

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
Отделение школы Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус»

УДК 621.81-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ЛЗ1	Коваленко Алексей Валерьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Петровский Евгений Николаевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01. Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Томск - 2018 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<i>Универсальные компетенции</i>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
Отделение школы Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Ефременков Е.А.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л31	Коваленко Алексею Валерьевичу

Тема работы:

Совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.04.2018 г. №2348/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	12.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект проектирования – деталь «Корпус» Исходными данными являются чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Проектирование технологического процесса 2. Проектирование станочного приспособления 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 4. Социальная ответственность Заключение
Перечень графического материала	1. Чертеж детали «Корпус» 2. Чертеж детали «Корпус» сечение А-А 3. Размерная схема технологического процесса 4. Граф дерево 5. Технологическая оснастка 6. Спецификация

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.18
---	----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Петровский Евгений Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ЛЗ1	Коваленко Алексей Владимирович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
38ЛЗ1	Коваленко Алексею Валерьевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 19500 руб. Оклад студента/ассистента - 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент 30%; Доплаты и надбавки 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 1,3
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений; - Потенциальные потребители результатов исследования; - SWOT – анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: материальные затраты; зарплата; отчисления на социальные цели; накладные расходы; амортизационные отчисления.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение интегральных показателей эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График Ганта
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
38ЛЗ1	Коваленко Алексей Валерьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
38ЛЗ1	Коваленко Алексею Валерьевичу

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

**Тема дипломной работы: Совершенствование технологического процесса изготовления
детали «Корпус»**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения.	<p>Деталь «Корпус» изготавливается в механическом цехе №2 предприятия АО НПЦ «Полус».</p> <p>На участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью; – предлагаемые средства защиты; – расчет освещенности на рабочем месте 1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности; – термические опасности; – электробезопасность; – пожаробезопасность. 	<p>Основными вредными факторами на рабочем месте являются: производственный шум, электромагнитное поле, несоответствие нормам микроклимата, освещенность, физические перегрузки.</p> <p>К числу опасных факторов следует отнести наличие - механические опасности (движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования); термические опасности (нагрев оборудования); электрический ток; повышенную степень пожароопасности.</p>
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу; – анализ воздействия объекта на гидросферу; – анализ воздействия объекта на литосферу; – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, лампы, СОЖ, абразивная пыль, лом инструмента) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.</p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей 	<p>Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) сильные морозы; 2) несанкционированное проникновение на рабочее место. Предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивости работы производства.</p>

ЧС и мер по ликвидации её последствий.	
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Приведен перечень НТД.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Д.т.н.		26.02.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
38ЛЗ1	Коваленко Алексей Валерьевич		26.02.2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
Уровень образования Бакалавр
Отделение школы Материаловедения
Период выполнения 2017/2018 учебный год

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.03.18	Проектирование технологического процесса	30
30.04.18	Проектирование станочного приспособления	30
10.05.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
17.05.18	Социальная ответственность	15
28.05.18	Оформление работы	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Петровский Е.Н.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01. Машиностроение	Ефременков Е. А.	к.т.н		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 119 с., 7 рис., 33 табл., 10 источников, 6 прил.

Ключевые слова: токарная обработка, фрезерная обработка, технологический процесс, допуск, станочное приспособление.

Объектом исследования является деталь «Корпус».

Цель работы – совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус».

В процессе работы проводилось проектирование технологического процесса и проектирование станочного приспособления, оценка ресурсоэффективности проекта, выявление вредных и опасных производственных факторов и средств защиты от них. Для изготовления чертежей использовалась программа «КОМПАС-3D».

В результате исследования было выявлено, что проект обладает высокими технологическими и технико-эксплуатационными характеристиками.

Область применения: машиностроение.

С экономической точки зрения проект эффективен, за счет использования наиболее оптимального и конкурентоспособного оборудования, и в него целесообразно инвестировать средства.

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращения:

Токарная обработка – это механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, в том числе цилиндрических и конических, торцевание, отрезание, снятие фасок, прорезание каналов, нарезание внутренних и наружных резьб на токарных станках;

Фрезерная обработка – это механическая обработка резанием плоскостей, пазов, лысок, при которой режущий инструмент совершает вращательные движения, а обрабатываемая заготовка поступательное;

Технологический процесс – упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата;

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров;

Станочное приспособление – устройство для базирования и закрепления заготовки при обработке на металлорежущем станке;

ЧПУ – числовое программное управление.

Оглавление

Введение.....	13
1. Проектирование технологического процесса.....	14
1.1 Исходные данные.....	14
1.2 Определение типа производства.....	16
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	20
1.4 Выбор исходной заготовки.....	20
1.5 Проектирование маршрутного технологического процесса и операций.....	21
1.6 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали	29
1.7 Утвержденный технологический процесс.....	40
1.8 Выбор оборудования.....	48
1.9 Расчет режимов резания.....	49
1.10 Нормирование операций технологического процесса.....	55
2. Проектирование станочного приспособления.....	62
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	63
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований.....	63
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	63
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	64
3.1.3 Технология QuaD.....	66
3.1.4 SWOT-анализ.....	67
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	70
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	70
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	71
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	72
3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	75
3.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	75
3.2.4.2 Основная заработная плата.....	76
3.2.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей системы.....	78
3.2.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	79

3.2.4.5 Амортизация.....	79
3.2.4.6 Накладные расходы.....	80
3.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	81
3.3 Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	82
4. Социальная ответственность.....	86
4.1 Производственная безопасность.....	86
4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	87
4.1.1.1 Производственный шум.....	87
4.1.1.2 Повышенный уровень вибрации.....	88
4.1.1.3 Электромагнитное поле.....	90
4.1.1.4 Освещение.....	91
4.1.1.5 Микроклимат.....	95
4.1.1.6 Промышленная санитария.....	96
4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	98
4.1.2.1 Механические опасности.....	98
4.1.2.2 Электроопасность.....	98
4.1.2.3 Пожаробезопасность.....	101
4.2 Экологическая безопасность.....	105
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	108
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	109
Заключение.....	111
Список использованных источников.....	112
Приложение А Чертеж детали «Корпус».....	114
Приложение Б Чертеж детали «Корпус». Сечение А-А.....	115
Приложение В Размерная схема технологического процесса.....	116
Приложение Г Граф дерево.....	117
Приложение Д Технологическая оснастка.....	118
Приложение Е Спецификация.....	119

Введение

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности. Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства и точечной механизации. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Цель данной работы – совершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус».

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи: рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1 Проектирование технологического процесса

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус» представленной на рисунке 1.1. Годовая программа выпуска $n = 1000$ штук.

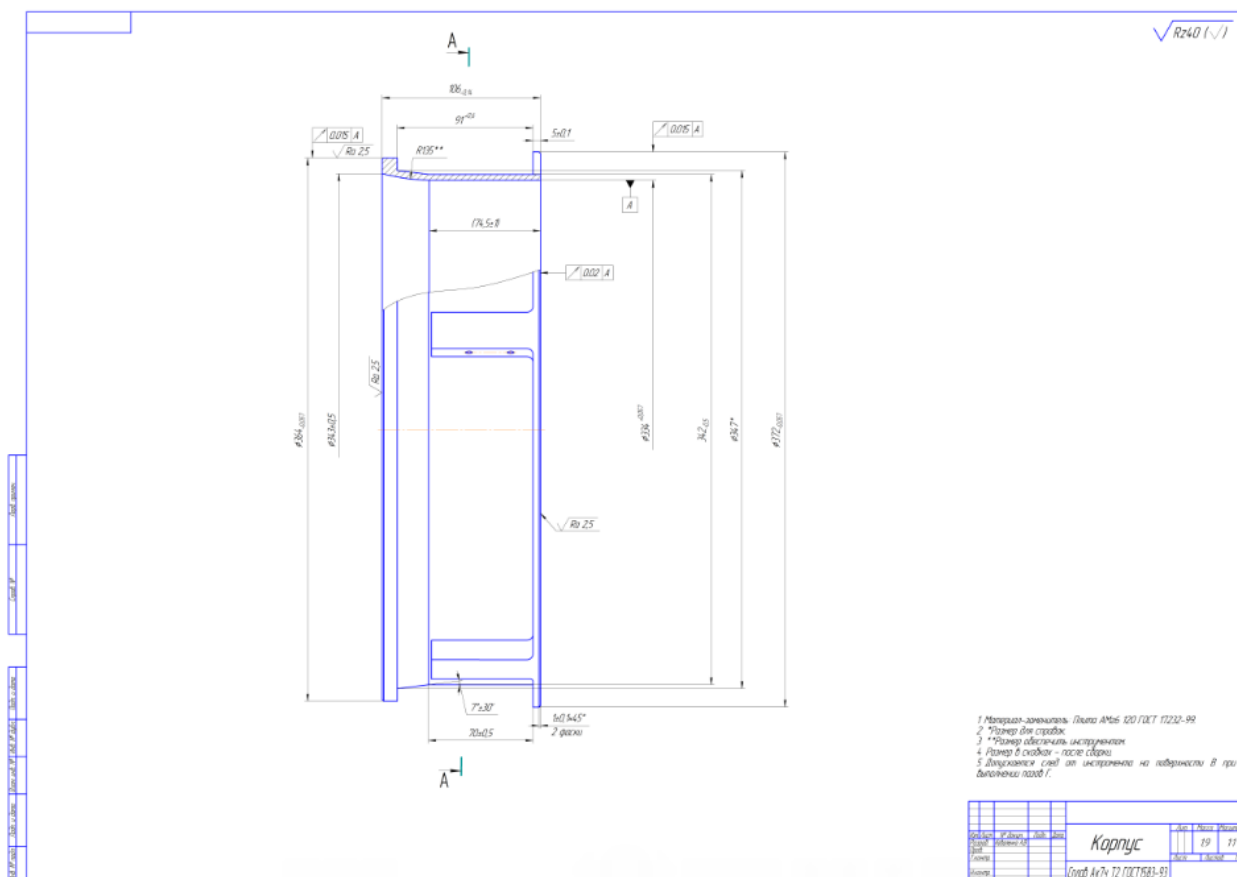


Рисунок 1.1 – Чертеж детали «Корпус»

Рисунок 1.1 в масштабе представлен в Приложении А.

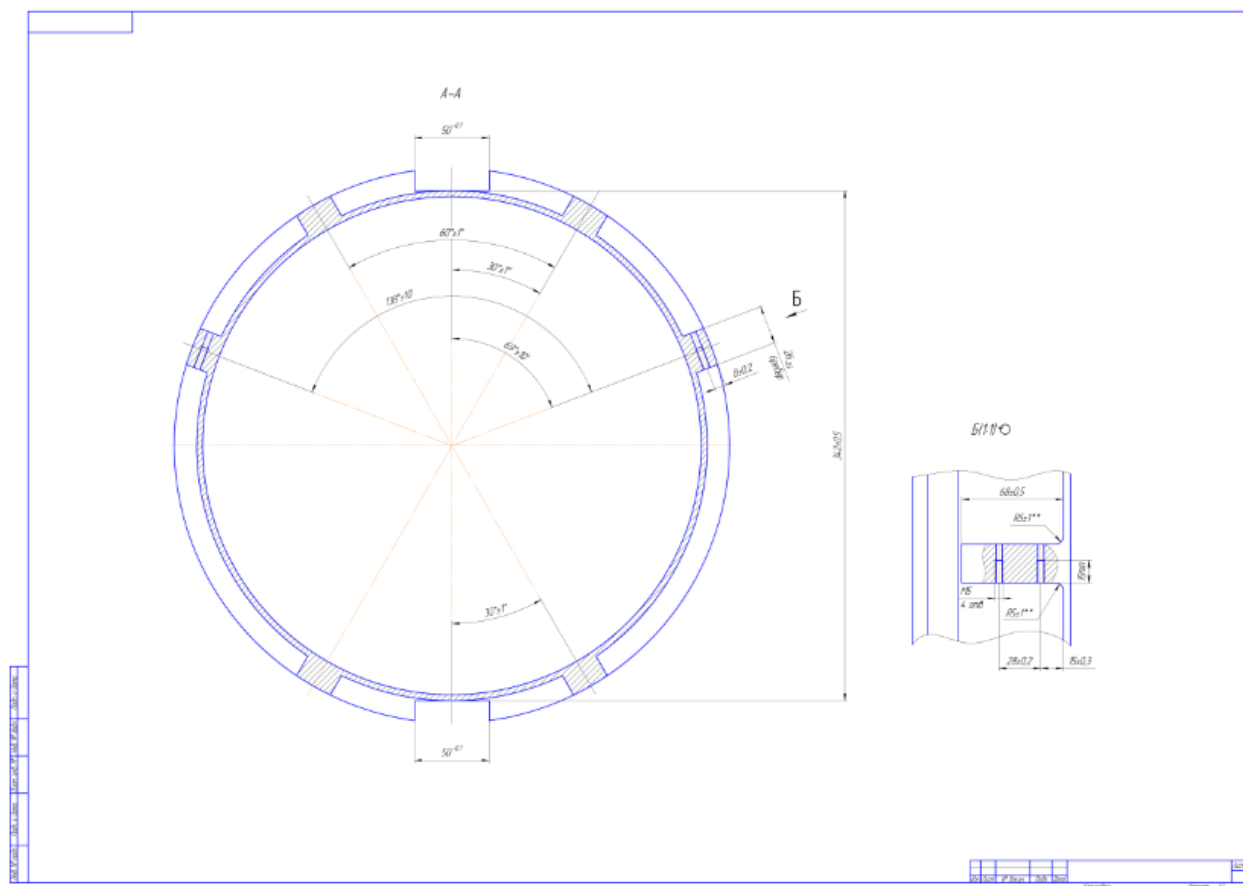


Рисунок 1.2 – Чертеж детали «Корпус». Сечение А-А

Рисунок 1.2 в масштабе представлен в Приложении Б.

1.2 Определение типа производства

Расчет такта выпуска, определение типа производства

Тип производства определяется коэффициентом закрепления операций по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{с}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1.1)$$

где $T_{\text{ср}}$ – среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин;

$t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин/шт.

Такт выпуска детали определяется по формуле:

$$t_{\text{с}} = \frac{\Phi_{\text{д}} \times 60}{N_{\text{г}}}, \quad (1.2)$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работе, ч;

$N_{\text{г}}=2000$ – годовой объем выпуска деталей, шт.

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} \times \left(1 - \frac{K}{100}\right), \quad (1.3)$$

где $\Phi_{\text{н}} = d \times t \times n$ – номинальный фонд работы оборудования при 2х сменном режиме, ч;

$K = 3\%$ - коэффициент, учитывающий потери рабочего времени;

$d=247$ – число рабочих дней в 2018 году;

$t=12$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$n=2$ – количество рабочих смен в день.

$$\Phi_{\text{д}} = 247 \times 12 \times 2 \times \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 5750 \text{ ч.}$$

$$t_{\text{в}} = \frac{\Phi_{\text{д}} \times 60}{N_{\text{г}}} = \frac{5750 \times 60}{2000} = 172 \text{ мин.}$$

Определим среднее штучно-калькуляционное время по формуле:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.к.і}}{n}, \quad (1.4)$$

где $T_{шт.к.і}$ – штучно-калькуляционное время;

n – количество основных операций.

Таблица 1.1 – Формулы для определения норм основного времени

Наименование перехода	Основное время обработки T_0 , мин
Отрезка	$0.011 \times D$
Черновая подрезка торца	$0.000037 \times (D^2 - d^2)$
Чистовая подрезка торца	$0.000052 \times (D^2 - d^2)$
Черновое точение	$0.000075 \times dl$
Чистовое точение	$0.00017 \times dl$
Растачивание отверстий на токарном станке	$0.00018 \times dl$
Черновое растачивание отверстий	$0.00020 \times dl$
Сверление отверстий	$0.00052 \times dl$
Зенкерование	$0.00021 \times dl$
Фрезерование	$0.0070 \times l$
d – диаметр обрабатываемой поверхности; l – длина обрабатываемой поверхности; D – диаметр обрабатываемого торца; $(D-d)$ – разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца.	

Расчет основного времени:

005 Токарная с ЧПУ

1 переход

$$T_0 = 0.000037 \times (D^2 - d^2) = 0.000037 \times (379^2 - 326.3^2) = 1.1 \text{ мин}$$

1 переход

$$T_0 = 0.000075 \times Dl = 0.000075 \times 379 \times 79.9 = 2.2 \text{ мин}$$

010 Токарная с ЧПУ

1 переход

$$T_0 = 0.000037 \times (D^2 - d^2) = 0.000037 \times (379^2 - 326.3^2) = 1.1 \text{ мин}$$

2 переход

$$T_0 = 0.000075 \times Dl = 0.000075 \times 379 \times 30 = 0.85 \text{ мин}$$

3 переход

$$T_0 = 0.0002 \times dl = 0.0002 \times 326.3 \times 109.9 = 15.34 \text{ мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

1 переход

$$T_0 = 0.000052 \times (D^2 - d^2) = 0.000052 \times (366.1^2 - 331.8^2) = 1.36 \text{ мин}$$

2 переход

$$T_0 = 0.00017 \times Dl = 0.00017 \times 364.7 \times 28.8 = 1.78 \text{ мин}$$

3 переход

$$T_0 = 0.00018 \times dl = 0.00018 \times 333.2 \times 108.1 = 5.48 \text{ мин}$$

4 переход

$$T_0 = 0.00017 \times dl = 0.00018 \times 342 \times 23 = 1.41 \text{ мин}$$

5 переход

$$T_0 = 0.000052 \times (D^2 - d^2) = 0.000052 \times (364.7^2 - 333.2^2) = 1.14 \text{ мин}$$

025 Токарная с ЧПУ

1 переход

$$T_0 = 0.000052 \times (D^2 - d^2) = 0.000052 \times (364.7^2 - 333.2^2) = 1.14 \text{ мин}$$

2 переход

$$T_0 = 0.00017 \times Dl = 0.00017 \times 374.7 \times 70 = 4.45 \text{ мин}$$

3 переход

$$T_0 = 0.000052 \times (D^2 - d^2) = 0.000052 \times (372.7^2 - 333.2^2) = 1.44 \text{ мин}$$

4 переход

$$T_0 = 0.00017 \times Dl = 0.00017 \times 374.7 \times 70 = 4.45 \text{ мин}$$

5 переход

$$T_0 = 0.00018 \times dl = 0.00018 \times 334 \times 106 = 5.37 \text{ мин}$$

030 Токарная с ЧПУ

1 переход

$$T_0 = 0.000052 \times (D^2 - d^2) = 0.000052 \times (372^2 - 334^2) = 1.39 \text{ мин}$$

035 Фрезерная ЧПУ

$$T_0 = 0,0070 \times l = 0.007 \times 106 = 0.7 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время i -ой основной операции, вычисляют по формуле:

$$T_{шт.к\ i} = T_{oi} \cdot \varphi_{к.i} , \quad (1.5)$$

где $\varphi_k = 2.14$ (токарные станки);

$\varphi_k = 1.84$ (фрезерные станки)

Таблица 1.2 – Результаты расчетов основного и штучно-калькуляционного времен

Операция	$\Sigma T_0, \text{мин}$	$\Sigma T_{шт.к}, \text{мин}$
005 Токарная с ЧПУ	3.3	7.062
010 Токарная с ЧПУ	19.29	37.006
020 Токарная с ЧПУ	12.17	23.903
025 Токарная с ЧПУ	17.85	36.05
030 Токарная с ЧПУ	1.39	2.974
035 Фрезерная с ЧПУ	0.7	1.288

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.к.i}}{n} = \frac{7.062 + 37.006 + 23.903 + 36.05 + 2.974 + 1.288}{6} = 16.74 \text{ мин}$$

$$K_{з.о} = \frac{t_g}{T_{cp}} = \frac{172}{16.74} = 10.27$$

По значению коэффициента определяем тип производства при $K_{з.о}=10-20$ производство является среднесерийным.

Размер партии деталей:

$$П = \frac{Nr \times a}{\Phi} = \frac{1000 \times 15}{247} = 60$$

$$П = \frac{Nr}{12} = \frac{1000}{12} = 83 \text{ шт}$$

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности детали позволяет сделать следующее заключение:

Технологичные элементы:

- форма детали представляет собой тело вращения;
- к обрабатываемым поверхностям имеется свободный подвод и отвод режущего и мерительного инструмента;
- обеспечивается легкое удаление стружки;
- имеется возможность вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Не технологичные элементы:

- конструкция детали не жесткая.

Подводя итог из всего выше перечисленного деталь в целом можно считать технологичной.

1.4 Выбор исходной заготовки

Заготовку выбираем из литья сплав АК7ч ГОСТ 1583-93.

Таблица 1.3 – Химический состав в % материала АК7ч ГОСТ 1583 - 93

Fe	Si	Mn	Al	Cu	Pb	Be	Mg	Zn	Sn	Примесей	-
До 1.5	6-8	До 0.5	До 0.2	До 0.05	До 0.05	До 0.1	0.2-0.4	До 0.3	До 0.01	Всего 2	Ti+Zr < 0.15

1.5 Проектирование маршрутного технологического процесса и операций

Таблица 1.4 – Технологический процесс изготовления

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
0	1	Заготовительная	Отлить заготовку по инструкции в размер $A_{1.1}$ и $D_{1.1}$, $D_{1.2}$	
005	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $A_{5.1}$	
	2		Точить поверхность 2 выдержав размеры $A_{5.2}$ и $D_{5.2}$	

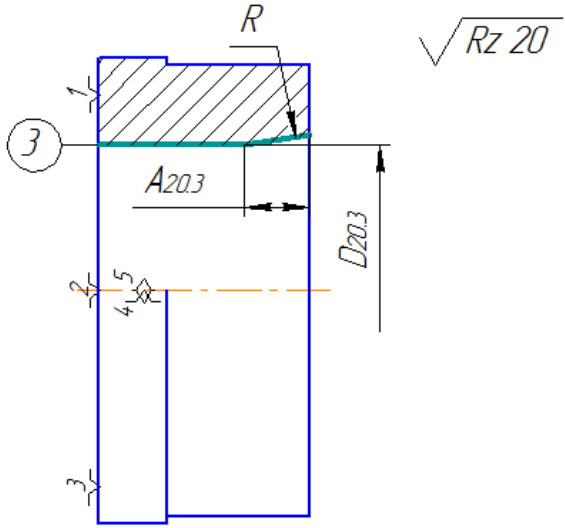
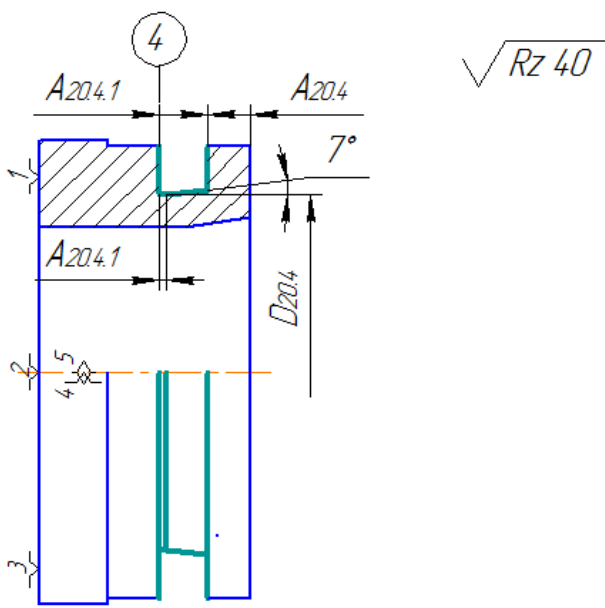
Продолжение таблицы 1.4

Номер		Вид обработ- ки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
010	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $A_{10.1}$	
	2		Точить поверхность 2 в размер $A_{10.2}$ и $D_{10.2}$	
	3		Расточить поверхность 3 в размер $A_{10.3}$ и $D_{10.3}$, R	

Продолжение таблицы 1.4

Номер		Вид обработ- ки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
015	1	Терми- ческая	Отжиг	
020	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $A_{20.1}$	
	2		Точить поверхность 2 в размер $A_{20.2}$ и $D_{20.2}$	

Продолжение таблицы 1.4

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
020	3	Токарная с ЧПУ	Расточить поверхность 3 в размер $A_{20.3}$, $D_{20.3}$, R	
	4		Точить поверхность 4 в размеры $A_{20.4}$, $A_{20.4.1}$, $D_{20.4}$ и угол 7°	

Продолжение таблицы 1.4

Номер		Вид обработ- ки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
020	5	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 5 в размер $A_{20.5}$	
025	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $A_{25.1}$	

Продолжение таблицы 1.4

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
025	2	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 2 в размер $D_{25.2}$	
	3		Проточить поверхность 3 в размер $A_{25.3}$	

Продолжение таблицы 1.4

Номер		Вид обработ- ки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
025	4	Токарная с ЧПУ тонкое обтачива- ние	Точить поверхность 4 в размер $D_{25.4}$, $A_{25.4}$	
	5		Расточить поверхность 5 в размер $D_{25.5}$ и $R135$	

Продолжение таблицы 1.4

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
030	1	Токарная с ЧПУ тонкое обтачивание	Точить поверхность 1 в размер $D_{30.1}$, $A_{30.1}$	
035	1	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать поверхность 1 в размер $A_{35.1}$, $A_{35.1.1}$, $D_{35.1}$, R	
	2		Сверлить поверхность 2 в размер $A_{35.2}$ и резать резьбу в размер $A_{35.2.1}$	
040		Слесарная	Убрать заусенцы, притупить острые кромки	

1.6 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Чертеж размерной схемы технологического процесса приведен в Приложении В.

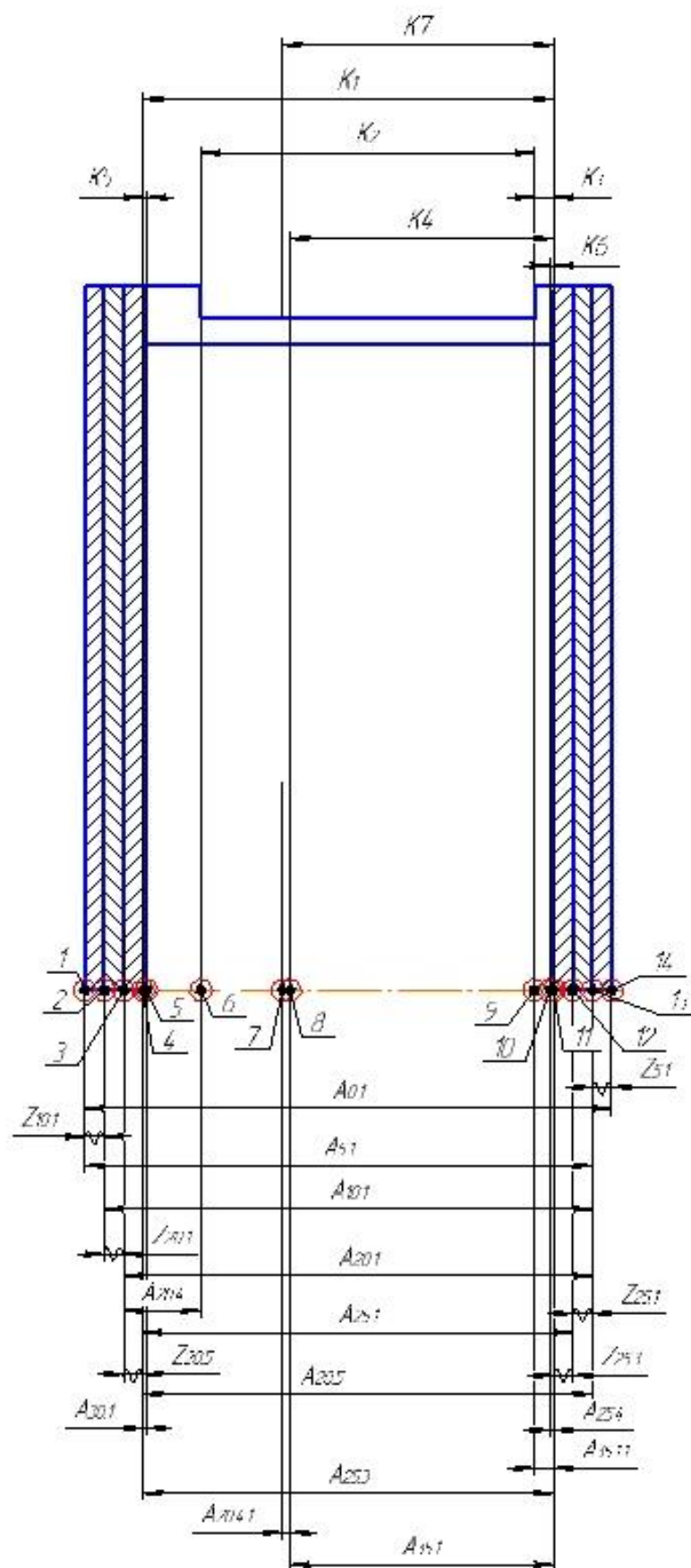
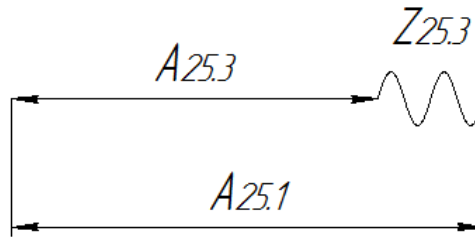


Рисунок 1.3 – Размерная схема технологического процесса



$$Z_{25.3}^{\min} = Rz + h_{i-1} + \rho_{\Sigma} + \varepsilon_y$$

$$\rho_{\Sigma} = \rho_{i\phi} + \rho_{p.n}$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_3 + \varepsilon_{\delta}$$

$$Z_{25.3}^{\min} = 12.8 + 50 + 80 + 80 = 222.8 \text{ мм}$$

$$\rho_{\Sigma} = 30 + 50 = 80 \text{ мм}$$

$$A_{25.3} = 106_{-0.14} \text{ мм}$$

$$Z_{25.3}^{\min} = 222.8 \text{ мм} = 0.2228 \text{ м}$$

$$TA_{25.1} = 0.22 \text{ мм}$$

$$Z_{25.3} = A_{25.1}^{cp} - A_{25.3}^{cp}$$

$$A_{25.3}^{cp} = 106 - \frac{TA_{25.3}}{2} = 106 - 0.07 = 105.93 \text{ мм}$$

$$Z_{25.3}^{cp} = Z_{25.3}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0.2228 + 0.18 = 0.4028 \text{ м}$$

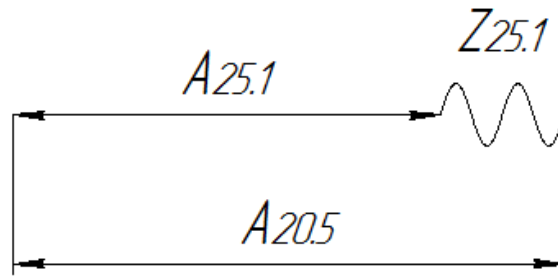
$$TZ_{cp} = 0.14 + 0.22 = 0.36 \text{ мм}$$

$$A_{25.1}^{cp} = A_{25.3}^{cp} + Z_{25.3} = 105.93 + 0.4028 = 106.3328 \text{ мм}$$

$$A_{25.1}^{\max} = A_{25.1}^{cp} + \frac{TA_{25.1}}{2} = 106.3328 + 0.11 = 106.4428 \text{ мм}$$

$$A_{25.1} = 106.5_{-0.22} \text{ мм}$$

$$Z_{25.3} = A_{25.1} - A_{25.3} = 106.5_{-0.22} - 106_{-0.14} = 0.5_{-0.22}^{+0.14} \text{ мм}$$



$$Z_{25.1}^{\min} = Rz + h_{i-1} + \rho_{\Sigma} + \varepsilon_y \quad Rz = 12.8; \quad h = 50; \quad \rho_{\Sigma} = 80; \quad \varepsilon = 80 \quad TA_{20.5} = 0.35 \text{ мм}$$

$$\rho_{\Sigma} = \rho_{i\phi} + \rho_{p.n}$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_3 + \varepsilon_{\delta}$$

$$Z_{25.3}^{\min} = 12.8 + 50 + 80 + 80 = 222.8 \text{ мм}$$

$$\rho_{\Sigma} = 30 + 50 = 80 \text{ мм}$$

$$A_{25.3} = 106.5_{-0.22} \text{ мм}$$

$$Z_{25.1}^{\min} = 222.8 \text{ мм} = 0.2228 \text{ мм}$$

$$Z_{25.1}^{cp} = A_{20.5}^{cp} - A_{25.1}^{cp}$$

$$A_{25.1}^{cp} = 106.5 - \frac{TA_{25.1}}{2} = 106.5 - 0.11 = 106.39 \text{ мм}$$

$$Z_{25.3}^{cp} = Z_{25.3}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0.2228 + 0.285 = 0.5078 \text{ мм}$$

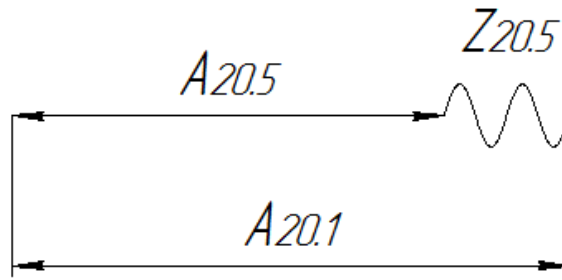
$$TZ_{cp} = 0.22 + 0.35 = 0.57 \text{ мм}$$

$$A_{20.5}^{cp} = A_{25.1}^{cp} + Z_{25.1}^{cp} = 106.39 + 0.5078 = 106.8978 \text{ мм}$$

$$A_{20.5}^{\max} = A_{20.5}^{cp} + \frac{TA_{20.5}}{2} = 106.8978 + 0.175 = 107.0728 \text{ мм}$$

$$A_{20.5} = 107.1_{-0.35} \text{ мм}$$

$$Z_{25.1} = A_{20.5} - A_{25.1} = 107.1_{-0.35} - 106.5_{-0.22} = 0.6_{-0.35}^{+0.22} \text{ мм}$$



$$Z_{20.5}^{\min} = Rz + h_{i-1} + \rho_{\Sigma} + \varepsilon_y \quad Rz = 40; \quad h = 80; \quad \rho_{\Sigma} = 380; \quad \varepsilon = 100 \quad TA_{20.1} = 0.35 \text{ мм}$$

$$\rho_{\Sigma} = \rho_{i\phi} + \rho_{p.n}$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_3 + \varepsilon_{\delta}$$

$$Z_{25.3}^{\min} = 40 + 80 + 380 + 100 = 600 \text{ мм}$$

$$A_{20.5} = 107.1_{-0.35} \text{ мм}$$

$$Z_{25.1}^{\min} = 600 \text{ мм} = 0.6 \text{ мм}$$

$$Z_{20.5}^{cp} = A_{20.1}^{cp} - A_{20.5}^{cp}$$

$$A_{20.5}^{cp} = 107.1 - 0.175 = 106.925 \text{ мм}$$

$$Z_{20.5}^{cp} = Z_{20.5}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0.6 + 0.35 = 0.95 \text{ мм}$$

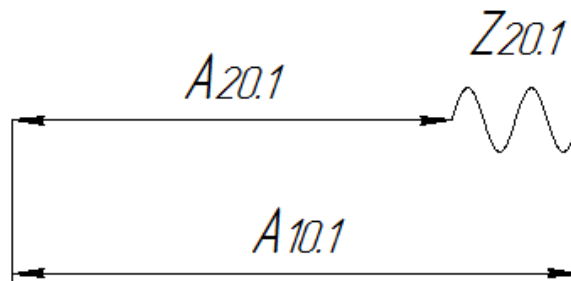
$$TZ_{cp} = 0.35 + 0.35 = 0.7 \text{ мм}$$

$$A_{20.1}^{cp} = A_{20.5}^{cp} + Z_{20.5}^{cp} = 106.925 + 0.95 = 107.875 \text{ мм}$$

$$A_{20.1}^{\max} = A_{20.1}^{cp} + \frac{TA_{20.1}}{2} = 107.875 + 0.175 = 108.05 \text{ мм}$$

$$A_{20.1} = 108.1_{-0.35} \text{ мм}$$

$$Z_{20.5} = A_{20.1} - A_{20.5} = 108.1_{-0.35} - 107.1_{-0.22} = 1_{-0.35}^{+0.35} \text{ мм}$$



$$Z_{20.1}^{\min} = Rz + h_{i-1} + \rho_{\Sigma} + \varepsilon_y \quad Rz = 200; \quad h = 200; \quad \rho_{\Sigma} = 380; \quad \varepsilon = 120 \quad TA_{20.1} = 0.87 \text{ мм}$$

$$\rho_{\Sigma} = \rho_{i\phi} + \rho_{p.n}$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_3 + \varepsilon_\delta$$

$$Z_{20.1}^{\min} = 200 + 200 + 380 + 120 = 900 \text{ мкм}$$

$$A_{20.1} = 108.1_{-0.35} \text{ мм}$$

$$Z_{25.1}^{\min} = 900 \text{ мкм} = 0.9 \text{ мм}$$

$$Z_{20.1}^{cp} = A_{10.1}^{cp} - A_{20.1}^{cp}$$

$$A_{20.1}^{cp} = 108.1 - 0.175 = 107.925 \text{ мм}$$

$$Z_{20.1}^{cp} = Z_{20.1}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0.9 + 0.61 = 1.51 \text{ мм}$$

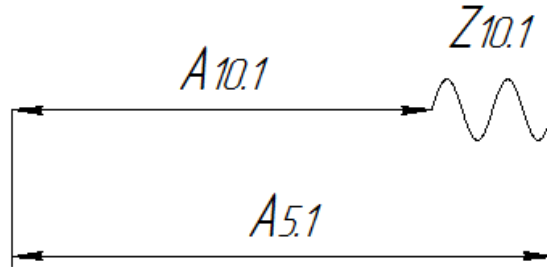
$$TZ_{cp} = 0.87 + 0.35 = 1.22 \text{ мм}$$

$$A_{10.1}^{cp} = A_{20.1}^{cp} + Z_{20.1}^{cp} = 107.925 + 1.51 = 109.435 \text{ мм}$$

$$A_{10.1}^{\max} = A_{10.1}^{cp} + \frac{TA_{20.1}}{2} = 109.435 + 0.435 = 109.87 \text{ мм}$$

$$A_{10.1} = 109.9_{-0.87} \text{ мм}$$

$$Z_{20.1} = A_{10.1} - A_{20.1} = 109.9_{-0.87} - 108.1_{-0.35} = 1.8_{-0.87}^{+0.35} \text{ мм}$$



$$Z_{10.1}^{\min} = Rz + h_{i-1} + \rho_\Sigma + \varepsilon_y \quad Rz = 200; \quad h = 200; \quad \rho_\Sigma = 400; \quad \varepsilon = 120 \quad TA_{5.1} = 0.87 \text{ мм}$$

$$\rho_\Sigma = \rho_{i\phi} + \rho_{p.n}$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_3 + \varepsilon_\delta$$

$$Z_{10.1}^{\min} = 200 + 200 + 400 + 120 = 920 \text{ мкм}$$

$$A_{10.1} = 109.9_{-0.87} \text{ мм}$$

$$Z_{25.1}^{\min} = 920 \text{ мкм} = 0.92 \text{ мм}$$

$$Z_{10.1}^{cp} = A_{5.1}^{cp} - A_{10.1}^{cp}$$

$$A_{10.1}^{cp} = 109.9 - 0.435 = 109.465 \text{ мм}$$

$$Z_{10.1}^{cp} = Z_{10.1}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0.92 + 0.87 = 1.79 \text{ мм}$$

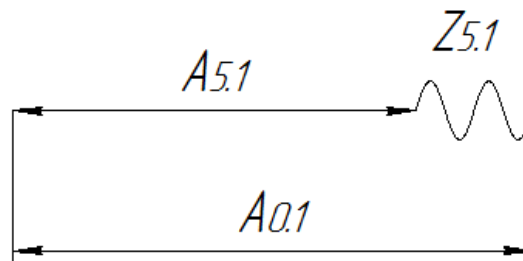
$$TZ_{cp} = 0.87 + 0.87 = 1.74 \text{ мм}$$

$$A_{5.1}^{cp} = A_{10.1}^{cp} + Z_{10.1}^{cp} = 109.465 + 1.79 = 111.255 \text{ мм}$$

$$A_{5.1}^{\max} = A_{5.1}^{cp} + \frac{TA_{5.1}}{2} = 111.255 + 0.435 = 111.69 \text{ мм}$$

$$A_{5.1} = 111.7_{-0.87} \text{ мм}$$

$$Z_{10.1} = A_{5.1} - A_{10.1} = 111.7_{-0.87} - 109.9_{-0.87} = 1.8_{-0.87}^{+0.87} \text{ мм}$$



$$Z_{5.1}^{\min} = Rz + h_{i-1} + \rho_{\Sigma} + \varepsilon_y \quad Rz = 200; \quad h = 200; \quad \rho_{\Sigma} = 500; \quad \varepsilon = 120 \quad TA_{5.1} = 3.2 \text{ мм}$$

$$\rho_{\Sigma} = \rho_{i\phi} + \rho_{p,n}$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_3 + \varepsilon_{\delta}$$

$$Z_{10.1}^{\min} = 200 + 200 + 500 + 120 = 1020 \text{ мкм}$$

$$A_{5.1} = 111.7_{-0.87} \text{ мм}$$

$$Z_{5.1}^{\min} = 1020 \text{ мкм} = 1.02 \text{ мм}$$

$$Z_{5.1}^{cp} = A_{0.1}^{cp} - A_{5.1}^{cp}$$

$$A_{5.1}^{cp} = 111.7 - 0.435 = 111.265 \text{ мм}$$

$$Z_{5.1}^{cp} = Z_{5.1}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 1.02 + 2.035 = 3.055 \text{ мм}$$

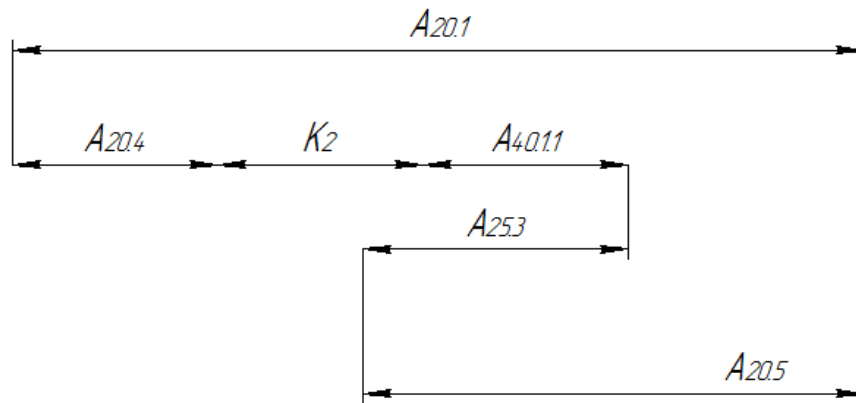
$$TZ_{cp} = 0.87 + 3.2 = 4.07 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^{cp} = A_{5.1}^{cp} + Z_{5.1}^{cp} = 111.265 + 3.055 = 114.32 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^{\max} = A_{0.1}^{cp} + \frac{TA_{0.1}}{2} = 114.32 + 1.6 = 115.92 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 116_{-3.2} \text{ мм}$$

$$Z_{5.1} = A_{0.1} - A_{5.1} = 116_{-3.2} - 111.7_{-0.87} = 4.3_{-3.2}^{+0.87} \text{ мм}$$



$$TK_2 = 0.6$$

$$A_{20.5} = 107.1_{-0.35}$$

$$A_{25.3} = K_1 = 106_{-0.14}$$

$$A_{40.1.1} = K_3 = 5 \pm 0.1$$

$$A_{20.4} = ?$$

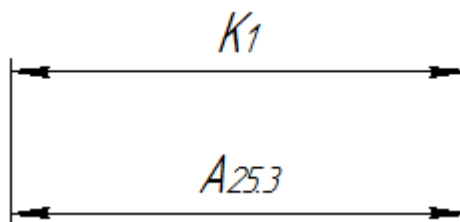
$$A_{20.1} = 108.1_{-0.35}$$

$$TK_2 \geq \sqrt{0.35^2 + 0.14^2 + 1^2 + 0.35^2 + 0.2^2}$$

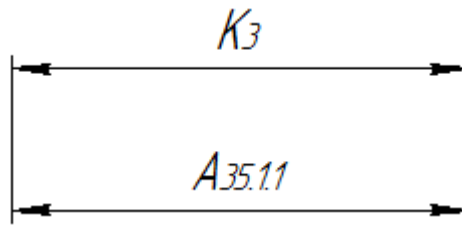
$$0.6 \geq 0.58$$

$$K_2^{cp} = A_{25.3}^{cp} + A_{20.1}^{cp} - (A_{40.1.1}^{cp} + A_{20.5}^{cp} + A_{20.4}^{cp})$$

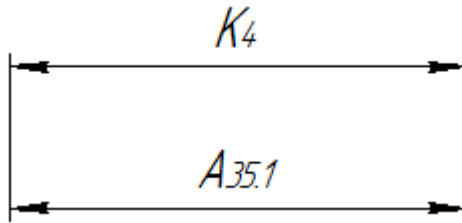
$$A_{20.4}^{cp} = 105.93 + 107.925 - 4.9 - 106.925 - 91.3 = 10.73 \pm 0.1$$



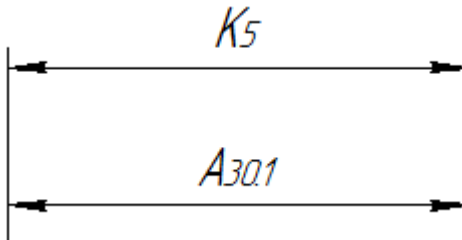
$$K_1 = A_{25.3} = 106_{-0.14} \text{ мм}$$



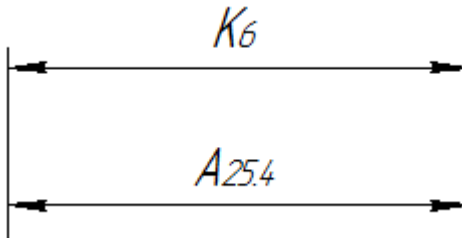
$$K_3 = A_{35.11} = 5 \pm 0.1 \text{ мм}$$



$$K_4 = A_{35.1} = 68 \pm 0.5 \text{ мм}$$



$$K_5 = A_{30.1} = 1 \pm 0.1 \text{ мм}$$



$$K_6 = A_{25.4} = 1 \pm 0.1 \text{ мм}$$

Линейные размеры:

$$A_{01} = 116_{-3.2} \text{ мм}$$

$$A_{5.1} = 111.7_{-0.87} \text{ мм}$$

$$A_{5.2} = 79.9 \pm 1 \text{ мм}$$

$$A_{10.1} = 109.9_{-0.87} \text{ мм}$$

$$A_{10.2} = 30 \pm 1 \text{ мм}$$

$$A_{10.3} = 74.5 \pm 1 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned}
A_{20.1} &= 108.1_{-0.35} \text{ мм} \\
A_{20.2} &= 78.1 \text{ мм} \\
A_{20.3} &= 74.5 \pm 1 \text{ мм} \\
A_{20.4} &= 10.73 \pm 0.1 \text{ мм} \\
A_{20.4.1} &= 23 \pm 0.2 \text{ мм} \\
A_{20.4.2} &= 2 \text{ мм} \\
A_{20.5} &= 107_{-0.35} \text{ мм} \\
A_{25.1} &= 106.5_{-0.22} \text{ мм} \\
A_{25.3} &= 106_{-0.14} \text{ мм} \\
A_{25.4} &= 1 \pm 0.1 \text{ мм} \\
A_{30.1} &= 1 \pm 0.1 \text{ мм} \\
A_{35.1} &= 68 \pm 0.5 \text{ мм} \\
A_{35.1.1} &= 5 \pm 0.1 \text{ мм} \\
A_{35.2} &= 15 \pm 0.3 \text{ мм} \\
A_{35.2.1} &= 28 \pm 0.2 \text{ мм}
\end{aligned}$$

Диаметральные размеры:

$$\begin{aligned}
D_{01} &= 379_{-3.2} \text{ мм} \\
D_{02} &= 326.3_{-3.2} \text{ мм} \\
D_{5.2} &= 374.1_{-0.57} \text{ мм} \\
D_{10.2} &= 366.1_{-0.57} \text{ мм} \\
D_{10.3} &= 331.8^{+0.57} \text{ мм} \\
D_{20.2} &= 364.7_{-0.23} \text{ мм} \\
D_{20.3} &= 333.2^{+0.23} \text{ мм} \\
D_{20.4} &= 342_{-0.5} \text{ мм} \\
D_{25.2} &= 372.7_{-0.23} \text{ мм} \\
D_{25.4} &= 372_{-0.057} \text{ мм} \\
D_{25.5} &= 334^{+0.057} \text{ мм} \\
D_{30.1} &= 364_{-0.057} \text{ мм} \\
D_{35.1} &= 342_{-0.5} \text{ мм} \\
D_{35.2} &= 4.2 \text{ мм}
\end{aligned}$$

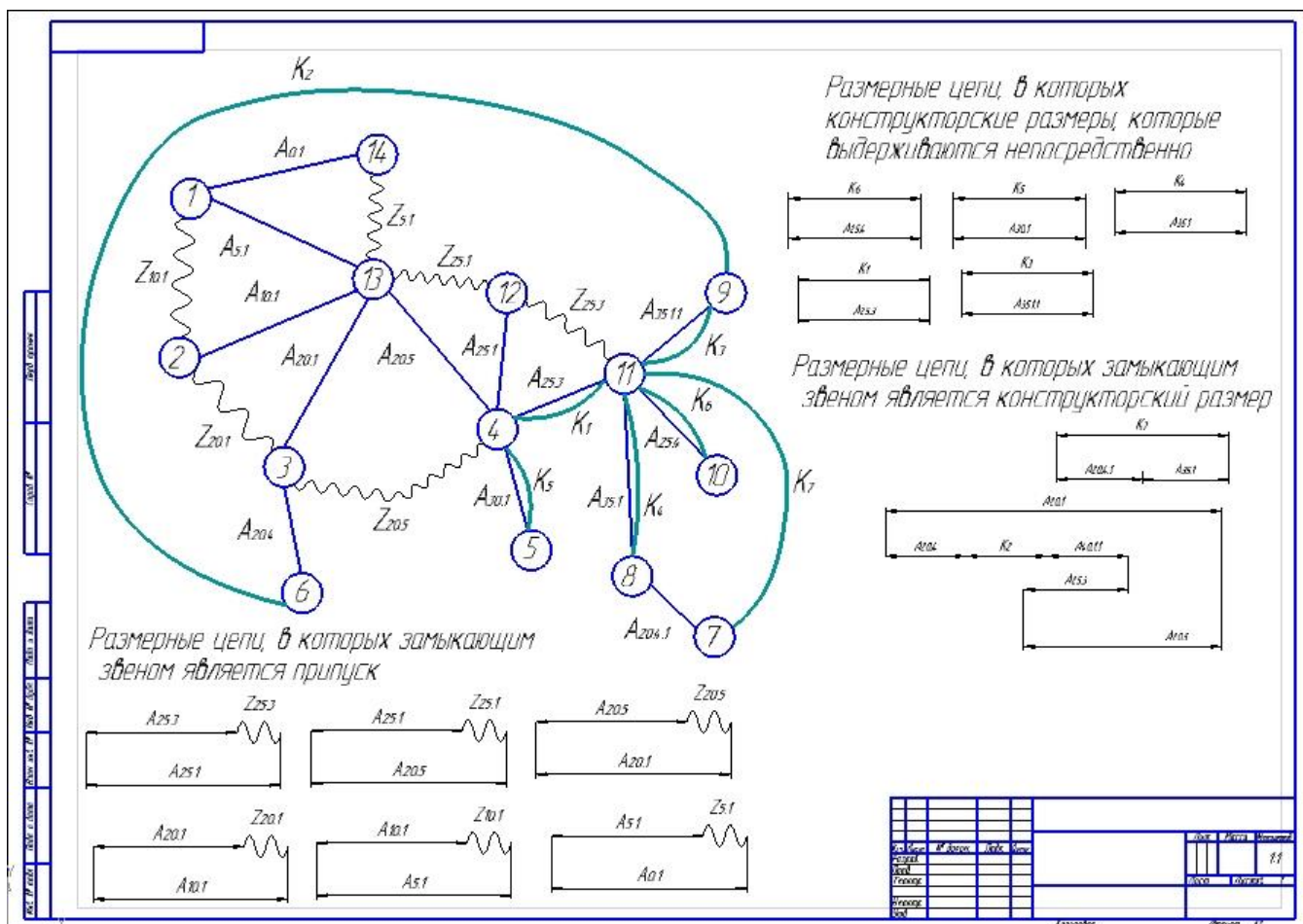


Рисунок 1.4 – Граф дерево линейных размерных цепей

Граф дерево технологических размерных цепей представлен в Приложении Г.

1.7 Утвержденный технологический процесс изготовления детали

Таблица 1.5 – Утвержденный технологический процесс изготовления

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
0	1	Заготовительная	Отлить заготовку по инструкции в размер $116_{-3,2}$ и $\varnothing 379_{-3,2}$, $\varnothing 326,3^{+3,2}$	
005	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $117,7_{-0,87}$	

Продолжение таблицы 1.5

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
005	2	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 2 выдержав размеры $79,9^{+1}$ и $\varnothing 374,1_{-0,57}$	
010	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $109,9_{-0,87}$	

Продолжение таблицы 1.5

Номер		Вид обработ- ки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
010	2	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 2 в размер 30^{+1} и $\varnothing 366,1_{-0,57}$	
010	3	Токарная с ЧПУ	Расточить поверхность 3 в размер $74,5 \pm 1$, $\varnothing 331,8^{+0,57}$, R135	
015	1	Терми- ческая	Отжиг	
020	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $108,1_{-0,35}$	

Продолжение таблицы 1.5

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
020	2	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 2 в размер $28,8^{+1}$ и $\varnothing 364,7_{-0,23}$	
020	3	Токарная с ЧПУ	Расточить поверхность 3 в размер $74,5 \pm 1$, $\varnothing 333,2^{+0,23}$, R135	
020	4	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 4 в размеры $23 \pm 0,2$, $10,73 \pm 0,1$, $2 \pm 0,1$, $342_{-0,5}$ и угол 7°	

Продолжение таблицы 1.5

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
020	5	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 5 в размер $107_{-0,35}$	
025	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $106,5_{-0,22}$	
025	2	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 2 в размер $\varnothing 327,7_{-0,23}$	

Продолжение таблицы 1.5

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
025	3	Токарная с ЧПУ	Проточить поверхность 3 в размер $106_{-0,14}$	
025	4	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 4 в размер $\varnothing 372_{-0,057}$ и фаску в размер $1 \pm 0,1 \times 45^0$	

Продолжение таблицы 1.5

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
025	5	Токарная с ЧПУ	Расточить поверхность 5 в размер $\varnothing 334^{+0.057}$ и фрезеровать два паза в размер 342 ± 0.5 , $50^{+0.1}$, 10 ± 0.18	<p>Technical drawing of a mechanical part showing a cross-section A-A. The part has a central shaft with a diameter of $\varnothing 334^{+0.057}$ and a total length of 342 ± 0.5. There are two rectangular slots, one $50^{+0.1}$ mm wide and one 10 ± 0.18 mm wide. The top surface has a radius of $R135$ and a chamfer of $R4$. The surface finish is $\sqrt{Ra 2.5}$.</p>
030	1	Токарная с ЧПУ	Точить поверхность 1 в размер $\varnothing 364_{-0.057}$, $1 \pm 0.1 \times 45^0$	<p>Technical drawing of a mechanical part showing a cross-section. The part has a central shaft with a diameter of $\varnothing 364_{-0.057}$ and a length of $1 \pm 0.1 \times 45^0$. The surface finish is $\sqrt{Ra 2.5}$.</p>

Продолжение таблицы 1.5

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
035	1	Фрезерная ЧПУ	Фрезеровать поверхность 1 в размер $\varnothing 342_{-0.5}^{+0.5}$, $26_{-0.5}^{+0.5}$, 68 ± 0.5 , 5 ± 0.1	
035	2	Фрезерная ЧПУ	Сверлить поверхность 2 в размер $\varnothing 4.2$ и резать резьбу М5 на глубину 15^{+1}	
040		Слесарная	Убрать заусенцы, притупить острые кромки	
045		Промывочная		

1.8 Выбор оборудования

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

Токарный станок с ЧПУ PUMA 400MA

Диаметр обработки, мм	550
Наибольшая длина обработки, мм	1014
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	3000
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	22
Размер инструментов, мм	25x25
Диаметр расточной оправки, мм	60
Тип ЧПУ	Fanuc

Фрезерный станок с ЧПУ LITZ 2000

Перемещение по оси X,Y,Z,мм	2000/900/800
Характеристики шпинделя, кВт/об/мин	15/15-8000
Максимальная нагрузка на стол, кг	3000
Хвостовик инструмента	BT50
Тип ЧПУ	Siemens

1.9 Расчет режимов резания

1. Токарная операция с ЧПУ

Для данной операции выбираем токарный станок с ЧПУ PUMA 400MA

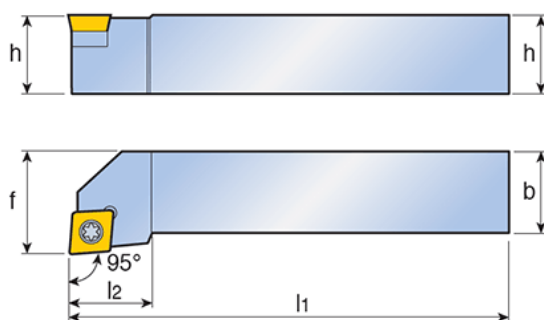
Операция 005 переход 1

Подрезка торца в размер $A_{5.1}$

Инструмент:

Резец для контурного точения со сменными пластинами SANDVIC.

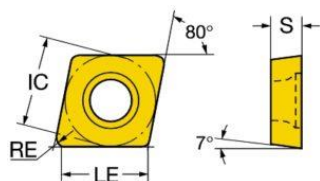
Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом). С углом в плане 95° . Для продольного точения и обрезки торца. SCLCR 2525M12



$h=25\text{мм}$, $b=25\text{мм}$, $l_1=150\text{мм}$, $l_2=26$, $f=32$.

Геометрические параметры режущей части: пластина сменная

CCGX 12.04.04-A1 $\varphi = 80^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\alpha = 7^\circ$; $\lambda = 7^\circ$; $r = 0.4$



Глубина резания

$t = 4.3\text{мм}$

Подача

$S_0 = 0.51\text{мм / об}$

[4, табл. 14, стр. 268]

Скорость главного движения резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \text{ м/мин}$$

где $T = 60$ мин – период стойкости инструмента;

t – глубина резания;

$C_V = 328$ – постоянный коэффициент;

$m=0.28$, $x=0.12$, $y=0.5$ – показатели степени; [4, табл. 17, стр.270]

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания
учитывающий фактические условия резания.

Поправочные коэффициенты:

$K_m=1$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [4, табл. 4, стр. 263]

$K_n=0.9$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности [4, табл.5, стр.263]

$K_u=2.5$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [4,табл.6, стр.263]

$K_\phi = 0.7$; $K_{\phi 1} = 1$; $K_r = 0.94$ [4, табл. 18, стр. 271]

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$K_v = K_m \times K_n \times K_u \times K_\phi \times K_{\phi 1} \times K_r$ - при обычной обработке.

$$K_v = 1 \times 0.9 \times 2.5 \times 0.7 \times 1 \times 0.94 = 1.48$$

$$V = \frac{328}{60^{0.28} \times 4.3^{0.12} \times 0.51^{0.5}} \times 1.48 = 181 \text{ м / мин}$$

Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 181}{3.14 \cdot 380} = 151 \text{ об / мин} \text{ принимаем } 150 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 \times 380 \times 150}{1000} = 179 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Сила резания

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S_o^y \times V^n \times K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0.75 \quad n = 0$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

$K_M = 1.5$ – коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала [4, табл. 10, стр. 265]

$K_\gamma = 1$ – коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 1.08$ – коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ – коэффициент на угол наклона режущей кромки [4, табл.23, стр.275]

$$K_p = 1.5 \times 1 \times 1.08 \times 1 = 1.62$$

$$P_z = 10 \times 40 \times 4.3^1 \times 0.51^{0.75} \times 179^0 \times 1.62 = 1680 H = 1680 \text{ кгс}$$

Мощность, затрачиваемая на резание

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \text{ кВт}$$

$$N_{рез} = \frac{1680 \times 179}{1020 \times 60} = 4.92 \text{ кВт}$$

$$N_{шт} = 11 \times 0.75 = 8.25 \text{ кВт}$$

Проверяем достаточно ли мощность станка

$N_{рез} < N_{шт}$ – условие обработки соблюдено

Таблица 1.6 – Результаты расчета режимов резания

Операция	Переход	Число рабочих ходов	Подача S, мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорость резания V, м/мин	Мощность затраченная на резание $N_{кВт} < N_{шт}$
005 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	150	179	4.92
	2	2	0.5	170	202	2.3
			0.3	250	295	0.8
010 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	170	200	2.2
	2	2	0.5	160	190	4.7
			0.4	190	220	2.8
	3	2	0.5	190	203	2.3
			0.3	280	296	0.8
020 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	200	230	1.4
	2	1	0.4	220	250	0.9
	3	1	0.4	240	253	0.9
	4	5	0.4	160	183	6.32
	5	1	0.2	320	366	0.6
025 Токарная с ЧПУ	1	1	0.3	250	293	0.7
	2	1	0.5	190	220	0.9
	3	1	0.2	320	374	0.5
	4	1	0.2	340	398	0.4
	5	1	0.2	370	389	0.4

Продолжение таблицы 1.6

Операция	Переход	Число рабочих ходов	Подача S, мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорость резания V, м/мин	Мощность затраченная на резание N, кВт < N _{шп}
030 Токарная с ЧПУ	1	1	0.2	340	390	0.4
035 Фрезерная с ЧПУ	1		0.12 мм/зуб	1600	102	0.19

2. Фрезерная операция с ЧПУ

D = 20мм – Диаметр фрезы

Z = 3 – число зубьев

t = 15мм – глубина фрезерования

B = 1мм – ширина фрезерования

S_z = 0.12 мм/зуб по каталогу

Расчет скорости резания

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times K_v, \text{ м / мин}$$

T – стойкость инструмента, мин

T=80

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} = 1 \times 0.9 \times 1 = 0.9$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, y, u, p, t берем из таблицы

$$C_v = 185.5; q = 0.45; x = 0.3; y = 0.2; u = 0.1; p = 0.1; t = 0.33;$$

$$V = \frac{185.5 \times 20^{0.45}}{80^{0.33} \times 15^{0.3} \times 0.12^{0.2} \times 1^{0.1} \times 3^{0.1}} = 102.2 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя

$$n_{расч} = \frac{1000 \times V}{\pi D} = \frac{1000 \times 102.2}{3.14 \times 20} = 1627 \text{ об / мин}$$

Принимаем n_{пр} = 1600 ≤ n_{расч}

Сила резания:

Окружная сила

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}$$

Значение коэффициентов C_p, x, y, u, q, w берем из таблицы

$$C_p = 22.6, x = 0.86, y = 0.72, u = 1, q = 0.86, w = 0$$

$$P_z = \frac{10 \times 22.6 \times 15^{0.86} \times 0.12^{0.72} \times 1^1 \times 3}{20^{0.86} \times 1600^0} \times 1 = 114.1 \text{ Н}$$

Эффективность мощностью резания

$$N_E = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} = \frac{114.1 \times 102.2}{61200} = 0.19 \text{ кВт}$$

Фрезерная с ЧПУ(Сверление)

Сверлить 4 отверстия

Инструмент: сверло-метчик М5

Определяем глубину резания

$$t = \frac{D}{2} = \frac{4.2}{2} = 2.1 \text{ мм}$$

Назначаем подачу

$$S_o = 0.15 \text{ мм / об}$$

Коэффициент для более высокого качества $K_{os}=0.5$

$$S_o = 0.15 \times 0.5 = 0.075 \text{ мм / об}$$

Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} K_v$$

Коэффициенты берем по таблице

$$C_v = 36,3 \quad q = 0.25 \quad y = 0.55 \quad m = 0.125$$

$$K_v = K_m \times K_u \times K_l = 1.2 \times 1 \times 0.7 = 0.84$$

$$K_m = 1.2$$

$$K_u = 1$$

$$K_l = 0.7$$

$$V = \frac{36.3 \times 4.2^{0.25}}{15^{0.125} \times 0.075^{0.55}} \times 0.84 = 154.5 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi D} = \frac{1000 \times 154.5}{3.14 \times 4.2} = 1600 \text{ об / мин}$$

Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times S^y \times K_p$$

$$C_m = 0,005 \quad q = 2 \quad y = 0.8$$

$$K_p = K_{mp} = 1,5$$

$$M_{кр} = 10 \times 0.005 \times 4.2^2 \times 0.075^{0.8} \times 1.5 = 0.16 \text{ Нм}$$

Определяем мощность, затраченную на резание

$$N = \frac{M_{кр} \times n}{9750} = \frac{0.16 \times 1600}{9750} = 0.02 \text{ кВт}$$

1.10 Нормирование операций технологического процесса

Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [4]:

$$t_0 = \frac{L_i}{S_n}, \text{ мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм}$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 – величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм;

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной операций принимаем равной 1 мм, для заготовительной и слесарной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

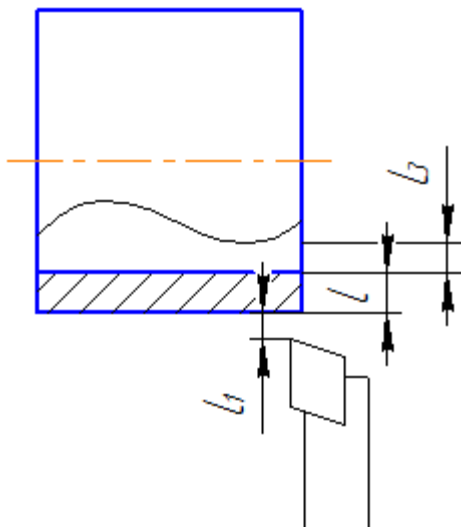
$$l_2 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi};$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Токарная с ЧПУ

Подрезать торец в размер $A_{5.1}$



Определяем основное время

$$T_o = \frac{L \times i}{n \varnothing \times S_o} = \frac{30.38 \times 1}{150 \times 0.51} = 0.66 \text{ мин}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 0.38 + 2 = 30.38 \text{ мм}$$

$$l = \frac{D - d}{2} = 26 \text{ мм}$$

Результаты расчетов для оставшихся операций приведем в таблице 1.7

Таблица 1.7 – Результаты расчетов основного времени

№ операции	№ перехода	Число рабочих ходов	Основное время
005	1	1	0.66
	2	2	2.1
010	1	1	0.66
	2	2	0.82
	3	2	2.54
020	1	1	0.21
	2	1	0.37
	3	1	1.16
	4	5	1.6
	5	1	0.3
025	1	1	0.32
	2	1	0.81
	3	1	0.37
	4	1	1.13
	5	1	1.61+3.15
030	1	1	0.2
035	1	1	35

Расчет вспомогательного времени

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}};$$

где $t_{\text{уст}}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{\text{упр}}$ - время на управление станком;

$t_{\text{изм}}$ - время измерения детали.

005 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

010 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

025 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

030 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

035 Фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}}$$

005 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 2.76 + 0.64 = 3.4 \text{ мин}$$

010 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 4.02 + 0.64 = 4.66 \text{ мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 3.64 + 0.64 = 4.28 \text{ мин}$$

025 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 5.4 + 0.64 = 6.04 \text{ мин}$$

030 Токарная с ЧПУ

$$t_{он} = t_{осн} + t_{г} = 0.2 + 0.64 = 0.84 \text{ мин}$$

035 Фрезерная с ЧПУ

$$t_{он} = t_{осн} + t_{г} = 35 + 0.64 = 35.64 \text{ мин}$$

Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = a \times t_{он}$$

1. Токарная операция с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 3.4 = 0.03 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 4.66 = 0.139 \text{ мин}$$

3. Токарная с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 4.28 = 0.128 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 6.04 = 0.181 \text{ мин}$$

5. Токарная с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 0.84 = 0.025 \text{ мин}$$

6. Фрезерная с ЧПУ

$$t_{обс} = a \times t_{он} = 0.03 \times 35.64 = 1.06 \text{ мин}$$

Расчет времени на отдых

$$t_{отд} = \beta \times t_{он}$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 3.4 = 0.136 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 4.66 = 0.186 \text{ мин}$$

3. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 4.28 = 0.171 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 6.04 = 0.241 \text{ мин}$$

5. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 0.84 = 0.033 \text{ мин}$$

6. Фрезерная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 35.64 = 1.42 \text{ мин}$$

Определение подготовительно-заключительного времени

$$t_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} + t_{пз3}$$

где $t_{пз1}$ – время на получение наряда, чертежа, технологической документации. На ознакомление с документами и осмотр заготовки затрачивается 4 мин; на инструктаж мастера – 2 мин; на установку рабочих органов станка или зажимного приспособления по двум координатам в нулевое положение – 4 мин; итого на комплекс приемов – 10 мин.

В соответствии с руководящим материалом Оргстанкпрома принята единая норма для всех станков с ЧПУ

$$t_{пз2} = 12 \text{ мин};$$

$$t_{пз3} = 5.4 \text{ мин} \text{ – время на взятие пробной стружки}$$

$$t_{пз} = 12 + 10 + 5.4 = 27.4 \text{ мин.}$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} + t_{пз3}$$

$$t_{пз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{пз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{пз3} = 5.4 \text{ мин}$$

$$t_{пз} = 10 + 12 + 5.4 = 27.4 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{пз} = t_{пз1} + t_{пз2} + t_{пз3}$$

$$t_{пз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{пз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{нз3} = 5.4 \text{ мин}$$

$$t_{нз} = 10 + 12 + 5.4 = 27.4 \text{ мин}$$

3. Токарная с ЧПУ

$$t_{нз} = t_{нз1} + t_{нз2} + t_{нз3}$$

$$t_{нз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{нз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{нз3} = 5.4 \text{ мин}$$

$$t_{нз} = 10 + 12 + 5.4 = 27.4 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{нз} = t_{нз1} + t_{нз2} + t_{нз3}$$

$$t_{нз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{нз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{нз3} = 5.4 \text{ мин}$$

$$t_{нз} = 10 + 12 + 5.4 = 27.4 \text{ мин}$$

5. Фрезерная с ЧПУ

$$t_{нз} = t_{нз1} + t_{нз2} + t_{нз3}$$

$$t_{нз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{нз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{нз3} = 6 \text{ мин на установку инструмента}$$

$$t_{нз} = 10 + 12 + 6 = 28 \text{ мин}$$

Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд}$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 2.76 + 0.64 + 0.03 + 0.136 = 3.566 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 4.02 + 0.64 + 0.139 + 0.186 = 4.985 \text{ мин}$$

3. Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 3.64 + 0.64 + 0.128 + 0.171 = 4.579 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 7.39 + 0.64 + 0.181 + 0.241 = 8.452 \text{ мин}$$

5. Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 0.2 + 0.64 + 0.025 + 0.033 = 0.898 \text{ мин}$$

6. Фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 35 + 0.64 + 1.06 + 1.42 = 38.12 \text{ мин}$$

Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{\text{шт.к}} = \Sigma t_{\text{шт}} + \frac{\Sigma t_{\text{нз}}}{N}$$

$$\Sigma t_{\text{шт}} = 3.566 + 4.985 + 4.579 + 8.452 + 0.898 + 38.12 = 60.6 \text{ мин}$$

$$\Sigma t_{\text{нз}} = 27.4 + 27.4 + 27.4 + 27.4 + 27.4 + 28 = 140 \text{ мин}$$

$$t_{\text{шт.к}} = 60.6 + \frac{140}{1000} = 8.4 \text{ мин}$$

2 Проектирование станочного приспособления

3D-модель технологической оснастки приведена на рисунке 2.1

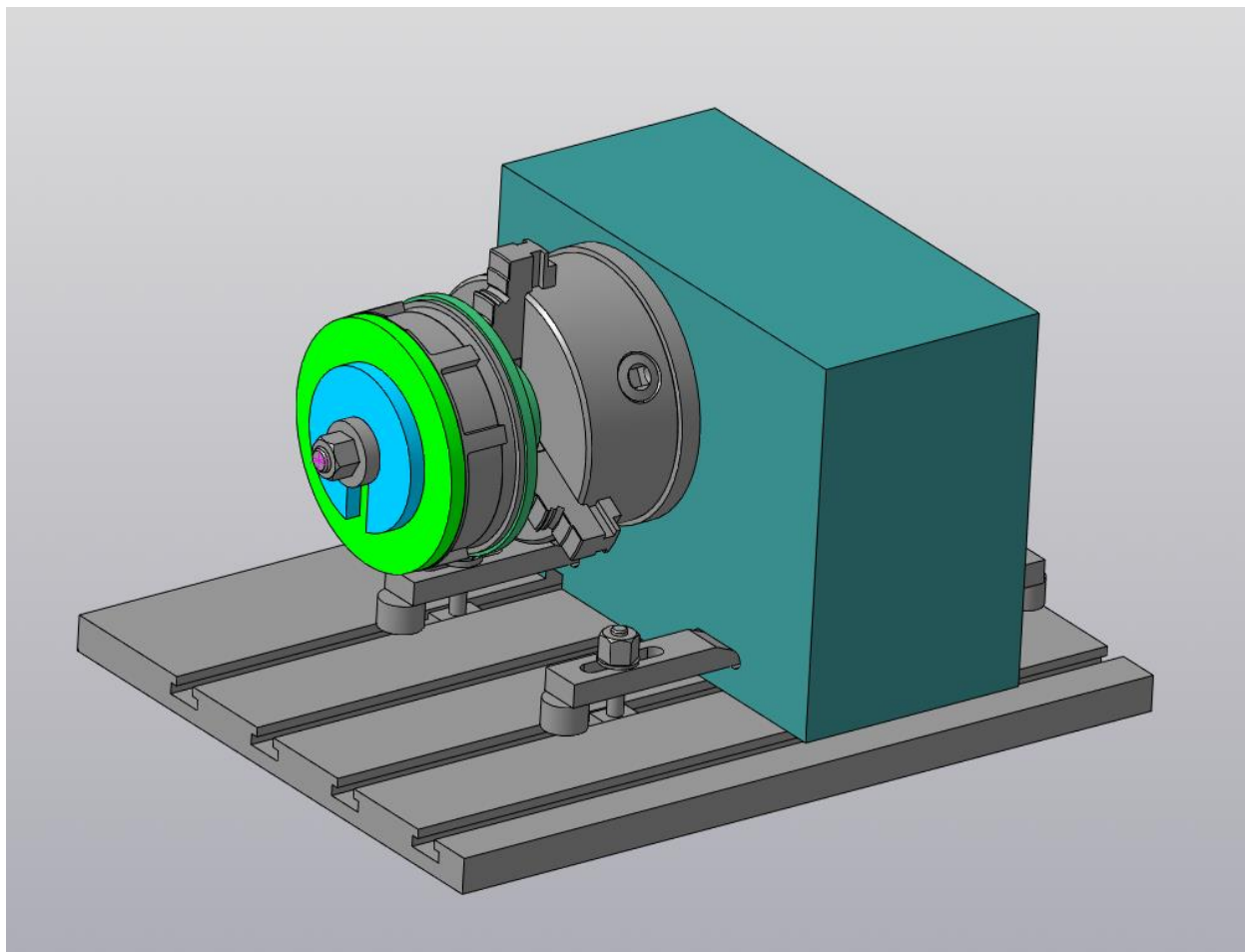


Рисунок 2.1 – 3D-модель технологической оснастки

ресурсосбережение

Цель данного раздела – определение экономической целесообразности разработки технологического процесса детали «Корпус». Оценка ресурсоэффективности и конкурентоспособности проекта.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- Произвести планирование научно-исследовательских работ;
- Определить ресурсную (ресурсосберегающую) эффективность исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки, необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Сегментирование рынка по использованию технологического процесса детали «Корпус» производят по критериям: отрасль и вид реализации. Сегментирование рынка по выбранным критериям представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Карта сегментирования рынка

Критерии		Вид реализации	
		Универсальный станок	Станок с ЧПУ
Отрасль реализации: металлообработка	АО НПЦ «Полюс»		
	АО НПФ «Микран»		
	АО «ТЭТЗ»		

Из анализа карты, можно сделать вывод, что в отрасли металлообработки для реализации технологического процесса изготовления детали универсальные станки используются в АО НПЦ «Полюс», АО НПФ «Микран» и АО «ТЭТЗ». Следовательно, высока конкуренция. А станки с ЧПУ для изготовления детали «Корпус» используются только в АО НПЦ

«Полюс». И соответственно, разработка технологического процесса на станке с ЧПУ не имеет конкуренции и будет востребована у предприятий данной сферы.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С помощью данного анализа в научный проект вносятся коррективы, которые помогают успешно противостоять конкурентам. В ходе проведения анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Для этой цели используется вся имеющаяся информация о конкурентных разработках.

Также анализ дает возможность оценить сравнительную эффективность разработки и определить направления для ее дальнейшего повышения.

В нашей работе для проведения анализа рассмотрим изготовление детали «Корпус» на универсальном станке и на станке с ЧПУ.

Анализ проводится с помощью оценочной карты. Оценочная карта приведена в таблице 3.2. Для формирования оценочной карты отбираем два станка, с помощью которых можно изготовить деталь «Корпус» и используем всю имеющуюся о них информацию.

Оценку будем производить по 5 бальной шкале, где за наиболее слабую позицию принимается – 1, а за наиболее сильную – 5. Суммарный вес показателей должен быть равен 1.

Экспертная оценка включает сравнение конкурентных разработок по техническим и экономическим критериям.

Сравнение будем делать на основе данных о двух станках, используемых при изготовлении детали «Корпус» на АО НПЦ «Полюс». Рассматриваемые станки: универсальный (У) и ЧПУ (Ч).

Таблица 3.2 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия В_і	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б_у	Б_ч	К_у	К_ч
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Повышение производительности труда	0.2	3	5	0.6	1
2. Удобство в эксплуатации	0.12	3	5	0.36	0.6
3. Энергоэкономичность	0.05	4	3	0.2	0.15
4. Надежность	0.05	4	5	0.2	0.25
5. Простота эксплуатации	0.11	5	4	0.55	0.44
6. Сокращение количества операций в технологическом процессе	0.11	3	5	0.33	0.55
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0.11	3	5	0.33	0.55
2. Уровень проникновения на рынок	0.06	3	4	0.18	0.24
3. Цена	0.05	5	4	0.25	0.2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0.14	4	4	0.56	0.56
Итого	1	37	44	3.56	4.54

Выражение для расчета анализа конкурентных технических решений:

$$K = \sum B_i \times B_{i1} = 0.2 \times 5 = 1, \quad (3.1)$$

где K – конкурентоспособность конкурента;

B_i – вес показателя;

B_i – балл i -го показателя.

Коэффициент конкурентоспособности разработки:

$$K_k = \frac{K_{\text{ч}}}{K_{\text{у}}} = \frac{4.54}{3.56} = 1.28, \quad (3.2)$$

так как $K_k > 1$, то, следовательно, разработка технологического процесса на станке с ЧПУ конкурентоспособна.

3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке, и позволяют принимать решение целесообразности вложения денежных средств в разрабатываемый проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины групп показателей: оценки коммерческого потенциала разработки и оценки качества разработки.

Таблица 3.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5×2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1.Повышение Производительности труда у пользователя	0.2	90	100	0.90	0.18
2.Удобство в эксплуатации	0.12	85	100	0.85	0.10
3.Энергоэкономичность	0.05	60	100	0.60	0.03
4. Надежность	0.05	85	100	0.85	0.04
5.Простота эксплуатации	0.11	80	100	0.80	0.09
6. Сокращение количества операций в технологическом процессе	0.11	95	100	0.95	0.10
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность продукта	0.11	90	100	0.90	0.09
8.Уровень проникновения на рынок	0.06	80	100	0.80	0.05
9. Цена	0.05	75	100	0.75	0.04
10.Предполагаемый срок эксплуатации	0.14	85	100	0.85	0.12
Итого	1				0.851

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \times B_i \quad (3.3)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Таким образом, в результате расчетов получено $P_{cp} = 85 \%$, следовательно, разработка перспективна.

3.1.4 SWOT- анализ

SWOT – анализ проводят для того, что бы исследовать внешнюю и внутреннюю среды проекта.

Проведение анализа осуществляется в несколько этапов:

- Описание сильных (**S**trengths) и слабых (**W**eaknesses) сторон проекта, выявление возможностей (**O**pportunities) и угроз (**T**hreats), которые могут появиться во внешней среде проекта;
- Выявление соответствия внешним условиям среды сильных и слабых сторон исследовательского проекта;
- Составление итоговой матрицы SWOT-анализа.

Результаты SWOT-анализа представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны (S) С1. Сокращение количества операций в технологическом процессе; С2. Простота и удобство в эксплуатации; С3. Высокая точность обработки; С4. Время изготовления детали;	Слабые стороны (W) Сл1. Высокая стоимость станка с ЧПУ по сравнению с универсальным станком; Сл2. Необходимы специальные навыки работы со станком; Сл3. Большие энергетические затраты; Сл4. Длительный и сложный ремонт при поломке
Возможности (O) В1. Использование разработки другими предприятиями; В2. Появление дополнительного спроса на данную разработку В3. Государственная поддержка; В4. Техническая оснащенность предприятия;	В1С2. За счет простоты и удобства в эксплуатации, разработка может использоваться другими предприятиями; В2С3. Благодаря высокой точности обработки появится дополнительный спрос на данную разработку; В3С2С3. Высокая точность обработки, в совокупности с упрощенным процессом изготовления способствуют получению государственной поддержки; В4С1С4. Оптимизировать процесс изготовления детали позволяет техническая оснащенность предприятия	В3Сл1. Высокая стоимость может быть компенсирована за счет государственной поддержки; В4Сл4. Ремонт при поломке станка может происходить в более короткие сроки за счет технической оснащенности предприятия.
Угрозы (T) У1. Активность конкурентов; У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Отсутствие у некоторых потребителей необходимого оборудования для изготовления детали; У4. Отсутствие у некоторых потенциальных потребителей квалифицированных кадров	У1С2С4. За счет быстрого и простого механизма изготовления детали, обеспечивается преимущество перед конкурентными разработками; У2С1С2С3С4. Использование качественного оборудования и новых технологий поможет поднять спрос на новую разработку; У4С1С2. Сокращение количества операций в технологическом процессе, и простота в эксплуатации, позволят потенциальным потребителям легко найти квалифицированных рабочих.	У2У3Сл1Сл3. Высокая стоимость станка и большие энергетические затраты могут привести к отсутствию спроса на новые технологии и к тому, что некоторые потребители не будут иметь необходимого оборудования, но растущая потребность в высокоэффективном производстве и поддержка государства помогут уменьшить риски;

Из проделанного анализа делаем вывод, что разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус» на станке с ЧПУ целесообразна. Достоинства превосходят недостатки, к тому же имеются возможности по улучшению проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование необходимых для осуществления проекта работ осуществляется в следующей последовательности:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для исполнения проекта формируется рабочая группа, состоящая из научного руководителя (НР) и студента (С).

Составим список этапов и работ, производимых в проекте. Распределим этапы работ в соответствии с должностями исполнителей.

Результаты формирования структуры работ отражены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Основные этапы работ

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материала по теме	С
	3	Выбор направления исследований	НР, С
	4	Календарное планирование работ по теме	НР
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Выполнение технологической части работы	С
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	НР, С
	7	Выполнение конструкторской части	С
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	НР, С
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	НР
Оформление отчета	10	Составление пояснительной записки	С

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость исследуемого проекта имеет вероятностный характер, из-за зависимости от большого количества тяжело учитываемых факторов. Оценивается трудоемкость экспертным путем.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожі}$ находится по приведенной формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (3.4)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

Продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , определяем учитывая ожидаемую трудоемкость. T_p учитывает параллельное выполнение работ несколькими исполнителями (руководитель и инженер).

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (3.5)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб.-дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – количество исполнителей, которые выполняют одновременно одну и ту же работу на определенном этапе, чел.

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

График проведения научного исследования (диаграмма Ганта) – график, выполненный в виде протяженных по времени отрезков, представляющих выполняемые в проекте работы.

Такой способ построения является наиболее удобным и наглядным.

Отрезки откладываются на временной шкале, в соответствии со сроком, отведенным по проекту каждой задаче.

Для того чтобы построение графика было более удобным, длительность каждой выполняемой работы из рабочих дней переводится в календарные дни.

Чтобы перевести рабочие дни в календарные, необходимо использовать следующую формулу:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3.6)$$

где T_{ki} – длительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – длительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Расчет коэффициента календарности на 2018 год осуществляется с помощью следующего выражения:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1.22 \quad (3.7)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарные дни за год;

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни за год;

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни за год.

В таблицу 3.6 вносим все рассчитанные по данным формулам значения.

Таблица 3.6 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	Название работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
		t_{min} , чел.дн.		t_{max} , чел.-дн		$t_{ожi}$, чел.-дн.					
		НР	С	НР	С	НР	С	НР	С	НР	С
1	Составление и утверждение технического задания	1	0	3	0	1.8	0	1.8	0	2	0
2	Подбор и изучение материалов по теме	0	5	0	7	0	5.8	0	5.8	0	7
3	Выбор направления исследований	2	3	2	3	2	3	1	1.5	1	2
4	Календарное планирование работ по теме	2	0	3	0	2.4	0	2.4	0	3	0
5	Выполнение технологической части	0	25	0	30	0	27	0	27	0	33
6	Согласование технологической части с научным руководителем	2	2	4	4	2.8	2.8	1.4	1.4	2	2
7	Выполнение конструкторской части	0	15	0	20	0	17	0	17	0	21
8	Согласование конструкторской части с научным руководителем	2	2	3	3	2.4	2.4	1.2	1.2	2	2
9	Оценка эффективности полученных результатов	2	0	3	0	2.4	0	2.4	0	3	0
10	Составление пояснительной записки	0	7	0	10	0	8.2	0	8.2	0	10

Таблица 3.7 – Итоговая таблица

	Кол-во дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	90
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	77
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	13

В соответствии с таблицей 3.6, построим график Ганта (таблица 3.8)

Таблица 3.8 – График Ганта

№ работы	Вид работы	Испол- нители	Ткi, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февр.		март			апрель			май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление ТЗ	НР	2	■											
2	Изучение литературы	С	7	▨											
3	Выбор напр. исследований	НР	1		■										
		С	2		▨										
4	Календарное планирование	НР	3		■										
5	Выполнение тех. части	С	33			▨	▨	▨	▨						
6	Согласование тех. части с НР	НР	2						■						
		С	2						▨						
7	Выполнение конструкторской части	С	21						▨	▨	▨				
8	Согласование констр. части с НР	НР	2								■				
		С	2								▨				
9	Оценка эффективности результатов	НР	3								■				
10	Составление пояснительной записки	С	10									▨			

■ – научный руководитель, ▨ – студент

Исходя из полученного графика, делаем вывод, что выполнение технологической части работы нужно начать во второй декаде февраля и закончить в первой декаде мая 2018 года. Также видно, что студент работает большее количество дней, чем научный руководитель, это объясняется тем, что основной целью руководителя является постановка задач студенту.

3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе планирования бюджета НТИ должны быть полностью отражены все виды расходов, связанные с его выполнением.

Бюджет НТИ включает следующие статьи затрат:

- материальные затраты НТИ
- основная заработная плата исполнителей проекта;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- амортизационные отчисления;
- накладные расходы.

3.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_{\text{м}} = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m Ц_i \times N_{\text{расх } i} \quad (3.8)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, используемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх } i}$ – количество материального ресурса i -го вида, которое планируется для использования при выполнении научного исследования;

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида приобретаемого материального ресурса;

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

m – количество видов материальных ресурсов, используемых для выполнения научного исследования;

Результаты расчетов материальных затрат на разработку технологического процесса детали «Корпус» представлены в таблице 3.10.

В ходе научно-технического исследования у приобретенных видов продукции не было остатков, следовательно, не нужно исключать стоимость возвратных отходов.

Таблица 3.10 – Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Листы бумаги формата А4	шт	200	0.5	100
Ручка	шт	4	15	60
USB-накопитель	шт	1	500	500
Итого				660

Материальные расходы на выполнение НТИ составили 660 рублей.

3.2.4.2 Основная заработная плата

Данный раздел посвящен расчету заработной платы студента и заработной платы научного руководителя.

Основная заработная плата состоит из оклада и премии, которая ежемесячно выплачивается в размере 20–30% от оклада или тарифа.

Для руководителя и студента (инженера), непосредственно выполняющих проект, расчет основной заработной платы осуществляется по выражению:

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (3.9)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12–20% от $З_{осн}$).

Для руководителя (инженера) предприятия производится расчет основной заработной платы по формуле:

$$З_{осн} = З_{он} \times T_p \quad (3.10)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, которые выполняются работником, раб. дн. (таблица 3.7);

$З_{\text{он}}$ – средняя за день заработная плата работника, руб.

Расчет среднедневной заработной платы осуществляется следующим образом:

Для студента, работающего по шестидневной рабочей неделе:

$$З_{\text{он}} = \frac{З_{\text{м}} \times M}{F_{\text{о}}} = \frac{33150 \times 10.4}{241} = 1430.5 \text{ руб.}, \quad (3.11)$$

Для руководителя, работающего по шестидневной рабочей неделе:

$$З_{\text{он}} = \frac{З_{\text{м}} \times M}{F_{\text{о}}} = \frac{38025 \times 10.4}{236} = 1675.7 \text{ руб.},$$

где $З_{\text{м}}$ – должностной оклад работника за месяц, руб.:

Для руководителя:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{о}}) \times k_{\text{р}} = 19500 \times (1 + 0.3 + 0.2) \times 1.3 = 38025 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

Для студента:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{о}}) \times k_{\text{р}} = 17000 \times (1 + 0.3 + 0.2) \times 1.3 = 33150 \text{ руб.}$$

где $З_{\text{мс}}$ – заработная плата по тарифной ставке/оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент на премии (0.3);

$k_{\text{о}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и надбавки (0.2);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент (для г.Томск принимается 1.3);

M – число рабочих месяцев (то есть без отпуска) за год:

Для 6-дневной недели, при отпуске в 48 раб. дней – $M = 10.4$ месяца.

$F_{\text{о}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технических работников, раб. дн. (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48+15	48+10
Действительный годовой фонд рабочего времени	236	241

Таблица 3.12 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс},$ руб.	k_{np}	$k_{д}$	k_{p}	$Z_{м},$ руб.	$Z_{дн},$ руб.	$T_{p},$ раб.дн.	$Z_{осн},$ руб.
Руководитель	19500	0.3	0.2	1.3	38025	1675.7	10	16757
Студент	17000	0.3	0.2	1.3	33150	1430.5	62	88691
Итого								105448

3.2.4.3 Дополнительная заработная плата исполнительской системы

Дополнительная заработная плата исполнителей проекта учитывает величину доплат (в соответствии с Трудовым кодексом РФ) за отклонение условий труда от нормальных и величину выплат, обеспечивающих гарантии и компенсации.

Рассчитываем дополнительную заработную плату:

Руководитель: $Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн} = 0.12 \times 16757 = 2010.84 (\text{руб.}),$ (3.13)

Студент: $Z_{доп} = k_{доп} \times Z_{осн} = 0.12 \times 88691 = 10642.92 (\text{руб.}),$

где $k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (равен 0.12).

3.2.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Расчет отчислений производится по формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) \quad (3.14)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент, учитывающий отчисления для уплаты в внебюджетные фонды.

Пониженная ставка принимается равной 27.1 % основываясь на п.1 ст.58 закона №212-ФЗ.

Таблица 3.13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	З _{осн} , руб.	З _{доп} , руб.	k _{внеб}	З _{внеб}
Руководитель	16757	2010.84	0.271	5086.1
Студент	88691	10642.92	0.271	26919.5
Итого	105448	12653.76	-	32005.6

3.2.4.5 Амортизация

В настоящем разделе произведен расчет амортизации персонального компьютера, который необходим для разработки технологического процесса изготовления детали.

Срок эксплуатации персонального компьютера примем равным 3 года. Исходя из этого, рассчитываем месячную норму амортизации:

$$K = \frac{1}{n} \times 100\% \quad (3.15)$$

$$K = \frac{1}{3} \times 100\% = 33.3\%$$

где n – срок полезного использования, год.

Амортизация равна:

$$A = \frac{K \times И}{365} \times m \quad (3.16)$$

$$A = \frac{0.333 \times 45000}{365} \times 77 = 3161.2 \text{ руб.}$$

где И – итоговая сумма, тысячи рублей;

m – срок использования, дни.

В таблице 3.14 представим данные и итог расчета амортизационных отчислений.

Таблица 3.14 – Расчет амортизации персонального компьютера

Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Общая стоимость изделия, тыс.руб.	Норма амортизации, %	Амортизация, руб
Персональный компьютер	1	45	33.3	3161.2

3.2.4.6 Накладные расходы

В накладные расходы должны быть включены те затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов: оплата электроэнергии, услуг связи, размножение материалов, печать и ксерокопирование материалов и т.д.

Расчет накладных расходов производится по формуле:

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}} + З_{\text{а}}) \times k_{\text{нр}} \quad (3.17)$$

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}} + З_{\text{а}}) \times k_{\text{нр}} = (105448 + 12653.76 + 32005.6 + 3161.1) \times 0.16 = 24522.95 \text{ (руб)}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент для учета накладных расходов (значение $k_{\text{нр}}$ принимаем равным 16%).

3.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Основополагающей величиной при формировании бюджета затрат проекта является значение ранее вычисленных затрат научно-исследовательской работы.

Таблица 3.15 – Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля, %	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	660	0.4	2.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	105448	59.1	2.4.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12653.76	7.1	2.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	32005.6	17.93	2.4.4
5. Амортизация	3161.2	1.77	2.4.5
6. Накладные расходы	24522.95	13.7	2.4.6
Бюджет затрат НТИ	178451.5	100	2.4.7

Из данных таблицы видим, итоговый расход на проектирование равен 178451.5 руб. Большой процент затрат (59.1%) пришелся на затраты по основной заработной плате исполнителей проекта, следующими по величине стали отчисления во внебюджетные фонды (17.93%) и далее накладные расходы (13.7%). Дополнительная заработная плата исполнителей проекта составляет (7.1%) от общего количества затрат. Минимальное количество затрат пришлось на амортизационные отчисления (1.77%).

3.3. Определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (3.18)$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т. ч. аналоги);

Рассчитанные интегральные финансовые показатели для различных исполнений:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } 1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{31337.56}{150781} = 0.21$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } 2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{150781}{150781} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \times b_i, \quad (3.19)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания ;

n – число параметров сравнения.

В таблице 3.16 представлен расчет интегрального показателя ресурсоэффективности.

Таблица 3.16 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2
1. Повышение производительности труда пользователя	0.4	5	3
1. Удобство в эксплуатации	0.3	5	3
3. Энергоэкономичность	0.12	4	4
4. Надежность работы	0.18	5	4
Итого:	1	4.75	3.5

Для разрабатываемого проекта, значение интегрального показателя ресурсоэффективности равно:

$$I_{p-исп1} = 0.4 \times 5 + 0.3 \times 5 + 0.12 \times 4 + 0.18 \times 5 = 4.88$$

$$I_{p-исп2} = 0.4 \times 3 + 0.3 \times 3 + 0.12 \times 4 + 0.18 \times 4 = 3.3$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4.88}{0.21} = 23.24 \quad (3.20)$$

$$I_{исп2} = \frac{I_{р-исп2}}{I_{финр}} = \frac{3.3}{1} = 3.3$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 3.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{23.24}{3.3} = 7.04 \quad (3.21)$$

Таблица 3.17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0.21	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4.88	3.3
3	Интегральный показатель эффективности	23.24	3.3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	7.04	

В результате проведения оценки ресурсоэффективности разрабатываемого проекта было получено достаточно высокое значение интегрального показателя (4.88 из 5). Полученный результат показывает эффективность реализации данного проекта.

Высокие оценки производительности, надежности, эксплуатации говорят о корректности выполненной разработки.

По результатам раздела можно сделать вывод, что цель раздела была выполнена с помощью поэтапного решения задач:

- 1) Проведен анализ конкурентных технических решений. Итогом анализа стал выбор способа изготовления детали «Корпус» на станке с ЧПУ;
- 2) Следующим этапом было проведение QuaD-технологии и SWOT-анализа для исследования внешней и внутренней среды проекта. Оценив факторы, влияющие на проект, был сделан вывод о целесообразности осуществления проекта;

3) На этапе планирования был построен план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера. С помощью графика, в календарных днях, было определено: - общее количество дней необходимых для выполнения работы – 90 дней, количество рабочих дней инженера – 77 и количество рабочих дней руководителя проекта - 13;

4) Был рассчитан бюджет научно-технического исследования. Из расчета видно, что на реализацию проекта необходимы затраты в размере 178.5 тыс. руб.;

5) Последним этапом было определение и оценка интегрального показателя ресурсоэффективности. Значение показателя получилось равно 4.88 из 5, что показывает эффективности реализации данного проекта.

По итогам раздела было установлено, что проект отвечает необходимым требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Является конкурентоспособным и привлекательным с экономической точки зрения. Экономическая эффективность достигается за счет использования наиболее оптимального и конкурентоспособного электрооборудования.

4 Социальная ответственность

Введение

Целью раздела «Социальная ответственность» является выявление и анализ вредных и опасных факторов, имеющих место на объекте, в данном случае – механический цех №2, и разработка мер по снижению воздействия этих факторов на персонал, а также принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

При этом необходимо следовать правилам, нормам, инструкциям и прочим документам, закрепленным в нормативно-правовых актах. Социальная ответственность должна обеспечивать: исключение несчастных случаев; защиту здоровья работников; снижение вредных воздействий на окружающую среду; экономное расходование невозобновляемых природных ресурсов.

4.1 Производственная безопасность

В данном разделе рассматривается производственное помещение, промышленного предприятия АО НПЦ «Полус», механический цех №2, в котором производится изготовление детали типа «Корпус».

При производстве детали типа «Корпус» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ.

Составим обобщающую таблицу «Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Корпус»» (табл.4.1), которая необходима для целостного представления обо всех выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, связи их с запроектированными видами работ.

Для выбора опасных и вредных факторов используем ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Таблица 4.1 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Корпус»

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Изготовление детали	<ul style="list-style-type: none"> - Повышенный уровень шума на рабочем месте; - Повышенный уровень вибрации; - Повышенный уровень электромагнитных излучений; - Недостаточная освещенность на рабочем месте; - Неблагоприятные условия микроклимата 	<ul style="list-style-type: none"> - Механические повреждения (движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования) - Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; - Электрический ток; - Пожароопасность 	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ; - ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ; - ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ; - ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ - ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ - ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 - СанПиН 2.2.4.548–96 - СН 2.2.4/2.1.8.562–96 - СП 52.13330.2011 - ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ - СНиП 23-05-95

4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

4.1.1.1 Производственный шум

Источником возникновения шума на территории цеха №2 являются технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Согласно ему, допустимые уровни звукового давления следует принимать, как в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В цехе №2 уровень шума составляет 70 дБ.

Для защиты от шума согласно «СП 51.13330.2011. Защита от шума» применяются строительно-акустические меры: звукоизоляция ограждающих конструкций; звукопоглощающие конструкции и экраны; глушители шума; правильная планировка и застройка. К шумопоглощающим относятся экраны, панели которых заполнены звукопоглощающим материалом: базальтовой ватой. Со стороны источника шума шумопоглощающие экраны покрыты перфорированным металлическим листом для улучшения вхождения звука в панель и последующего поглощения его кинетической энергии.

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: противозумные вкладыши, наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

4.1.1.2 Повышенный уровень вибрации

При изготовлении детали типа «Корпус», на рабочего может воздействовать локальная вибрация, источником которой являются станки.

Санитарно-гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации, ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

Для нашего случая выбираем категорию: 3 тип «а». Характеристика условий труда: технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Санитарные нормы показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Допустимые уровни вибрационной нагрузки

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			$m_x c^{-2}$	дБ	$m_x c^{-2} \cdot 10^{-2}$	дБ
Локальная	-	X_L, Y_L, Z_L	2.0	126	2.0	112
Общая	3 тип «а»	Z_0, Y_0, X_0	0.1	100	0.2	92

Для ослабления действия вибрации на организм человека принимаются следующие меры: балансировка вращающихся масс; уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов; ограничение времени воздействия вибрации.

В качестве фундамента всегда рекомендуется использовать сплошную монолитную железобетонную плиту, сглаживающую влияние неоднородностей грунтового основания и способствующую распределению, а значит снижению колебаний по площади фундамента.

Требования к фундаменту:

- 1) Масса плиты должна быть в 4-5 раз возможной силы вибрации;
- 2) Фундаменты под виброоборудование располагают ниже уровня фундаментов под здание;

3) Обязательно устройство демпфирующего слоя между фундаментом под оборудование и грунтом (ракушечник, перлит, резина итд.)

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: перчатки, виброизолирующая обувь, коврики.

4.1.1.3 Электромагнитное поле

Источником электрических полей являются системы передачи и распределения электроэнергии, а также электрооборудование.

В соответствии с ГОСТ 12.1.002 – 84 устанавливается допустимая мощность электромагнитных полей (ЭМП):

$< 10 \text{ мкВт/см}^2$ – допускается пребывание в течение 8 часов;

от 10 до 100 мкВт/см^2 – пребывание не более 2 часов;

$> 100 \text{ мкВт/см}^2$ – допустимое время пребывания < 20 минут;

Для населения – не более 1 мкВт/см^2 .

К коллективным средствам защиты относятся: стационарные устройства экранирования, переносные (передвижные) экранирующие средства защиты.

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитные костюмы; для защиты глаз-специальные радиозащитные очки, плотно прилегающие к коже лица и имеющие стекла, отражающие электромагнитные излучения (очки изготавливаются из стекол специальных марок металлизированных диоксидом олова.); специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) магнитного поля устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия установлены в СанПиН 2.2.4.1191-03 и приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Предельно допустимые уровни магнитного поля

Время пребывания (ч)	Допустимые уровни МП Н (А/м)/В (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
<1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

К коллективным средствам защиты относится проведение организационных и технических мероприятий.

Организационные мероприятия: выбор рациональных режимов работы оборудования, соблюдение правил безопасной эксплуатации источников МП, ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия МП, организация рабочих мест на расстояниях от токоведущих частей оборудования, обеспечивающих соблюдение ПДУ.

Технические мероприятия: использование технических средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места (экранов, отражателей, ограждений). Для изготовления экранов используются: листовая сталь толщиной до 2 мм, стальная (медная, латунная) сетка с ячейкой до 2.5 мм;

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитная одежда (из металлизированной ткани НАНОТЕКС) и обувь, щитки защитные лицевые.

4.1.1.4 Освещение

В механическом цехе №2 предусматривается естественное, совмещенное и искусственное освещение.

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» – определяет нормы освещенности для производственных помещений в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

Нормы освещенности производственных помещений приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Нормы освещенности для производственных помещений

Характер истика зрительн ой работы	Разряд зрител ьной работы	Под разр яд зрит ельн ой рабо ты	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение			
			Освещенность, лк		КЕО* е _н , %					
			при системе комбини рованно го освещен ия	при системе общего освещения	при верхнем или комбини рованно м освещен ии	при боковом освещен ии	при верхне м или комбин ирован ном освеще нии	при боков ом осве щени и		
Средней точности	IV	б*	500	200	4	1.5	2.4	0.9		

*К подразряду зрительной работы «б» относится периодическая работа при постоянном пребывании в помещении

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности: применение комбинированного освещения. Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

Расчет искусственного освещения

Выбор системы освещения

Выбираем систему общего равномерного освещения с горизонтальной рабочей поверхностью.

Выбор источников света

Мы выбираем люминесцентные лампы типа ЛБ (белой цветности).

Выбираем ЛБ-80: $U = 220V$, световой поток $\Phi = 5200$ лм, $P_{л} = 80$ Вт.

Выбор светильников и их размещение

Выбираем светильники типа ОД-2-80: количество и мощность лампы 2x80, размеры (длина/ширина/высота) 1531x266x198 мм, КПД = 75%.

Выбор нормируемой освещенности

Основные требования и значения нормируемой освещенности (Е) рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95. Необходимые сведения для выбора нормируемой освещенности приведены в таблице 4.5. Следовательно, освещенность должна быть 200 лк.

Расчет общего равномерного освещения

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока.

Дано помещение с размерами: длина $A=60$ м, ширина $B=20$ м, высота $H=8$ м, $S=1200$ м². Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 1.5$. Требуется создать освещенность $E_n=250$ лк.

Коэффициент отражения стен $\rho_c=50\%$, потолка $\rho_n=70\%$. Коэффициент запаса $K_z=1,5$, коэффициент неравномерности $Z=1.1$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД, интегральный критерий оптимальности расположения светильников $\lambda = 1.1$.

Приняв $h_c=0,4$ м, получаем $h=7-0.4-1.5=5.1$ м;

Расстояние между светильниками $L=\lambda \cdot h=1.1 \times 5.1=5.61$.

Размещаем светильники в 3 ряда. В каждом ряду можно установить 27 светильников типа ОД мощностью 80 Вт (с длиной 1.53 м).

Рассчитаем расстояние между светильниками исходя из размеров помещения: $A = 27 \times 1531 + 26L_1 + 2 \times \frac{L_1}{3}$, отсюда $L_1=700$ мм, $\frac{L_1}{3} = 233$ мм

$$B = 3 \times 266 + 2L_2 + 2 \times \frac{L_2}{3}, \text{ отсюда } L_2=7200 \text{ мм, } \frac{L_2}{3} = 2400 \text{ мм}$$

Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рисунок 2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено 2 лампы, общее число ламп в помещении $N=162$.

Находим индекс помещения:

$$i = S / h(A + B) = 1200 / 6.1(60 + 20) = 2.5$$

Коэффициент использования светового потока $\eta = 0.56$

Световой поток лампы определяем по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \times S \times K_z \times Z}{N \times \eta} = \frac{250 \times 1200 \times 1.5 \times 1.1}{162 \times 0.56} = 5456 \text{ Лм}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

Выбираем лампу ЛБ 80 Вт с потоком 5200 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq 4.9\% \leq +20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = N \times P_{\text{л}} = 162 \times 80 = 12960 \text{ Вт}$$

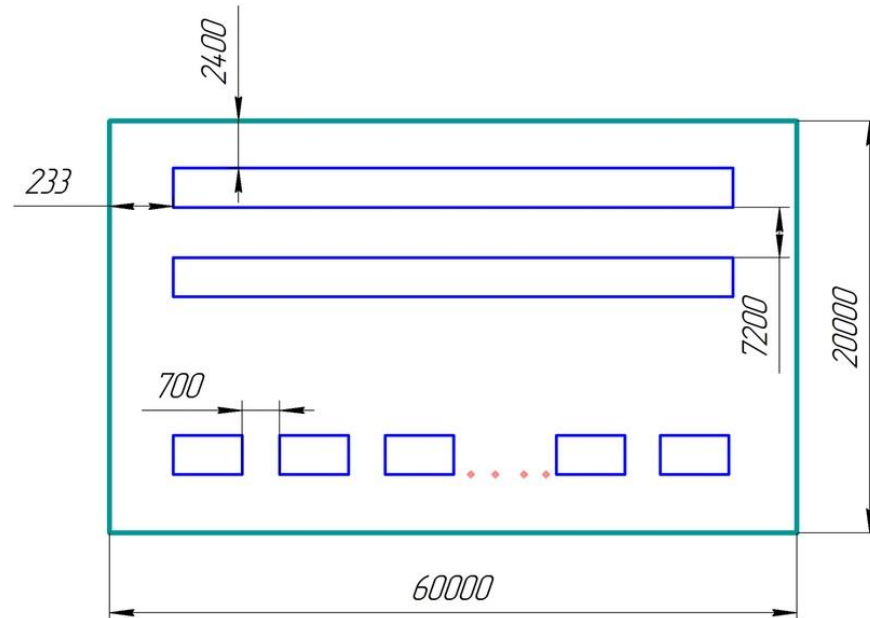


Рисунок 4.1 – План размещения светильников с люминесцентными лампами

4.1.1.5 Микроклимат

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха относятся: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения, в соответствии с «СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб* (233 - 290)	17 - 19	60 - 40	0.2
Теплый	Пб (233 - 290)	19 - 21	60 - 40	0.2

*К категории Пб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный Теплый	Пб (233-290)	15.0-28.0	20-80	0.2-0.5

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тел работающих от производственных источников, представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
Не более 25	100

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин: 21°С - при категории работ Пб.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используется: механизация и автоматизация технологических процессов; устройство систем вентиляции, системы местного кондиционирования воздуха и отопления; защита от источников теплового излучения с помощью теплозащитных экранов; применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы.

К числу СИЗ от неблагоприятных климатических условий относят спецодежду, спецобувь, средства защиты рук и головные уборы.

4.1.1.6 Промышленная санитария

В металлообрабатывающем цехе присутствуют такие вредные вещества, как: смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) и технологические масла (ТС). Пары этих жидкостей в воздухе, не должны превышать величину предельно-допустимой концентрации.

Таблица 4.9 – Предельно допустимые концентрации компонентов смазочно-охлаждающей жидкости

Наименование вещества	Величина ПДК, (мг/м ³)	Класс опасности
Акриловая кислота	5.0	3
Акролеин	0.2	2
Аммиак	20.0	4
Ацетон	200	4
Бутадиен	100	4
Буталакрилат	10.0	3
Винилацетат	0.2	2

Гексахлорэтан	0.08	1
Дихлорэтан	10.0	2
Метанол	5.0	3
Метатиол	0.8	2
Метилакрилат	5.0	3
Метилпропионат	10.0	3
Масляный альдегид	5.0	3
Метилметакрилат	0.7	2
Минеральное масло	5.0	3
Метилнафталин	20.0	4
Меркаптан	0.1	1
Сероуглерод	10.0	2
Сера	6.0	4
Свинец	0.01	1
Сернистый газ	10.0	3
Нитрит натрия	5.0	3
Тетрахлорэтан	5.0	3
Трихлорэтан	20.0	4
Тетрахлорметан	2.0	2
Углерод оксид	20.0	4
Уксусная кислота	5.0	3
Фенол	0.3	2
Формальдегидд	0.8	2
Этанол	5.0	4
Этилметакрилат	0.048	1
Хлор	1.0	2
Хром 3+	1.0	3
Хром 6+	0.01	1
Хлористый водород	5.0	2
Бензол	5.0	2

Периодичность контроля за ПДК вредных веществ устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: для 1 класса - не реже 1 раза в 10 дней, 2 класса - не реже 1 раза в месяц, 3 и 4 классов - не реже 1 раза в квартал.

Средства защиты: коллективные средства — вентиляция, очистка воздуха; герметизация устройств, в которых ведутся производственные процессы связанные с образованием паров; механизация и автоматизация технологического процесса. Индивидуальные средства — спецодежда, средства защиты органов дыхания (респираторы), рук (перчатки), лица, глаз (защитные очки).

4.1.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

4.1.2.1 Механические опасности

К механическим опасностям относят: движущиеся механизмы и их части, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; расположение рабочего места на значительной высоте; повышенная запыленность воздуха, стружка от обработки деталей. Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рабочего. Возможно падение заготовки/детали при установке и снятии со станка, что может привести к ушибу или перелому. Процесс резания сопровождается пылевыведением, при обработке магния. Также в процессе резания испаряется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость), которая используется на станках.

Коллективные средства защиты реализуются при механизации и автоматизации производственных процессов; использовании роботов и манипуляторов, дистанционном управлении оборудованием; определении размеров опасной зоны; применении ограждений, блокировок, световой и звуковой сигнализации.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) специальная одежда, обувь, защитные каски, маски.

4.1.2.2 Электроопасность

Безопасные номиналы: $I < 0.1 \text{ А}$; $U < 36 \text{ В}$; $R_{\text{заземл}} < 4 \text{ Ом}$.

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции, ошибочно поданное напряжение на рабочее место; отсутствие заземления, замыкание в результате аварии.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током производственное помещение (механический цех) относится к классу помещений с повышенной опасностью, так как характеризуется наличием токопроводящей пыли и токопроводящего железобетонного пола, также есть возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой).

Проблема токопроводящих полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства, которые делятся на:

- а) основные защитные средства;
- б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 В, используются СИЗ:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;
- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током.

В электроустановках напряжением до 1000 В:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. Защитное заземление — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств.

2. Зануление — присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением.

Задача зануления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

3. Защитное отключение — устройство, быстро (не более 0.2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током. Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

Защитное устройство отключения реагирует на изменение напряжение корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения $U_{к.доп}$, то прикосновение к корпусу становится опасным. Эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

4. Защитные ограждения. К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения. Голые провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клеммники и т.п., конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части

помещают в специальные шкафы, камеры, ящики, закрывающиеся сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях).

Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1.7 м, а в открытых – не менее 2.0 м.

5. Разделительные трансформаторы. Их используют для изоляции подключаемого оборудования от контура заземления.

К средствам защиты от повышенного уровня статического электричества относятся: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранирующие устройства.

4.1.2.3 Пожаробезопасность

В соответствии с «НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение цеха №2 относится к категории «В4», так как в цехе обрабатывается магний, который относится к огнеопасным веществам.

Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются специальными государственными постановлениями и указами СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений, ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда «Пожарная безопасность. Общие требования».

Источники пожарной опасности в помещении механического цеха

Магний (Сильно огнеопасен в виде порошка. Вещество может спонтанно воспламеняться при контакте с искрой в мелкораздробленном состоянии. В огне выделяет раздражающие или токсичные пары (или газы));
Высокая температура: перегрев оборудования в огнеопасной атмосфере;
Выход из строя, например короткое замыкание.

Меры по обеспечению пожарной безопасности

Средства пожаротушения

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарный автомобили).

К первичным средствам относятся передвижные (свыше 25 л) и ручные (до 10 л) огнетушители, переносные огнегасительные установки, внутренние пожарные краны, ящики с песком, асбестовые покрывала, противопожарные щиты с набором инвентаря и др. Для быстрой локализации очагов возгорания служат ручные огнетушители.

В производственном помещении, где изготавливается деталь "Корпус" размещено электрооборудование, находящееся под напряжением. Так же изготавливаются детали из магния. Для ликвидации возгорания применяются только порошковые огнетушители для тушения металлов (ОП-5) и углекислотные (ОУ-3) огнетушители для тушения возгораний в электроустановках.

Для быстроты оповещения о начале пожара используется *система пожарной сигнализации*.

Для предотвращения возникновения пожаров:

- 1) Проводятся профилактические мероприятия, инструктажи рабочих.
- 2) В каждом цехе предусмотрены меры эвакуации: запасные выходы, пожарные проходы, планы эвакуации.
- 3) Присутствуют средства пожаротушения.

4) В доступном месте висят инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планы эвакуации с телефонами спецслужб.

5) Имеется звуковая пожарная сигнализация.

6) Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

План эвакуации цеха №2 приведен на рисунке 4.2.

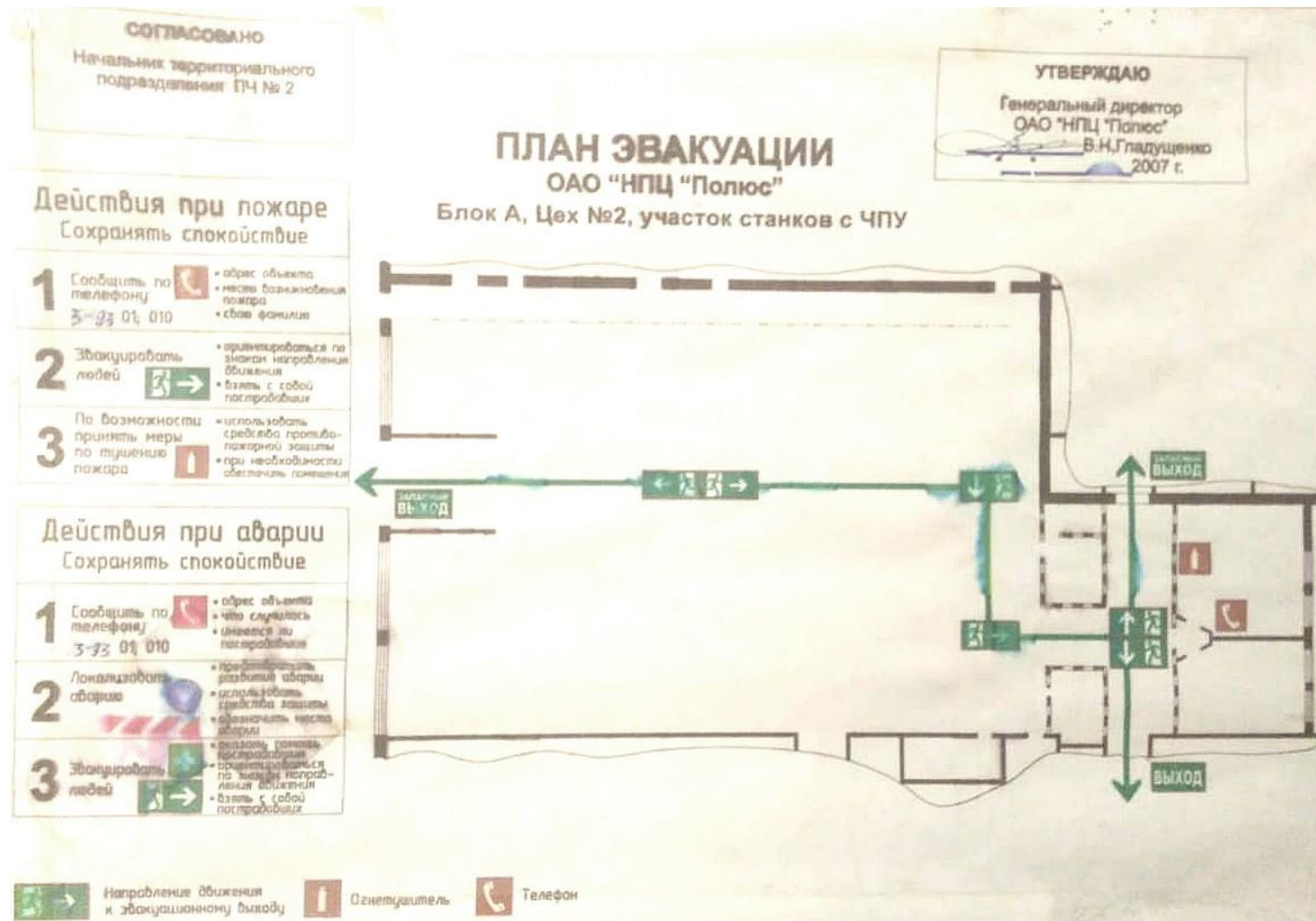


Рисунок 4.2 – План эвакуации механического цеха №2

4.2 Экологическая безопасность

Влияние объекта исследования на окружающую среду

Механическая обработка металлов на станках сопровождается образованием: металлической стружки, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого имеется и промышленный мусор. Загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

Методы обеспечения экологической безопасности

- совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем негативного воздействия на окружающую среду;
- замена токсичных отходов на нетоксичные.
- вовлечение образовавшихся отходов во вторичное производство.
- ограничение выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов.
- разработка и внедрение малоотходных технологий.

1. Металлическая стружка. Образование производственных отходов в виде металлической стружки подразумевает под собой утилизацию или вторичную переработку данного материала. В частности, стружка - материал, пригодный для последующего применения и переплавки в сталеплавильных печах для получения нового металла.

Общий цикл утилизации стружки следующий: стружка по конвейерной ленте из станка попадает в цеховой бак приемки стружки, затем погрузчиком, на территории предприятия, складывается в специальных

контейнерах, они различаются по виду стружки – для каждого вида стружки отдельный контейнер, как только контейнеры заполняются стружкой их, вывозят на металлоперерабатывающие предприятия и продают как вторсырье. Там стружка очищается от посторонних включений (мусор, масла, СОЖ), путем прогонки через магнитные ковши и печи малой температуры, брикетируется и далее может быть доставлена на сталелитейные предприятия, где она может быть переплавлена как сама по себе, так и добавлена в другие расплавы в печах, из которых в дальнейшем получают сталь для заготовок, которые вновь используются на производстве.

2. СОЖ. Химическая и физическая устойчивость СОЖ позволяет организовать их циклическое использование с регулярным восстановлением первоначальных свойств. Оно заключается в механической очистке от твердых включений, нейтрализации окислителей, обеззараживании и биологической очистке.

Для нашего предприятия рентабельней утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках. Отработанная СОЖ из баков станков откачивается насосами в специальные бочки для хранения и транспортировки агрессивной жидкости и доставляется погрузчиком на складе ГСМ на хранение, до заполнения всей свободной тары. Далее ее отвезут в компанию, специализирующуюся на переработке отработанных спец. жидкостей.

3. Абразив, пыль, масляный туман. Все эти категории отходов объединяются одним общим свойством – переносом по воздуху.

Для металлообрабатывающего цеха характерно механическое удаление воздуха из помещения с поступлением воздуха через окна и двери.

Как правило, вентиляция для удаления воздуха осуществляется осевыми вентиляторами, установленными на крыше или стене цеха, и имеет выходной рукав непосредственно на улицу, в окружающую среду.

Так же существует метод, при котором к рабочей зоне станка непосредственно подается передвижной фильтровальный агрегат. Благодаря такой схеме удастся исключить капитальные и эксплуатационные затраты для стационарных вытяжных систем, более гибкая настройка удаления загрязнения из зоны станка.

Фильтры подразделяются в зависимости от задачи удержания тех или иных вредных веществ в воздухе:

- Агрегаты для улавливания пыли. Предназначены для удаления твердых сухих пылей (абразивных, металлических, неметаллических - графит, стекло и т.п.) при среднем размере от 3 мкм и более или от 0,3 мкм и более при наличии БУО.

Цель защиты атмосферы от вредных выбросов сводится к обеспечению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны и приземном слое атмосферы, равных или менее ПДК (предельно допустимая концентрация). Для соблюдения ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест устанавливают предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ из систем вытяжной вентиляции, различных технологических и энергетических установок.

Согласно Федеральному закону № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» предприятия, оказывающие воздействия на среду обитания и здоровье человека в обязательном порядке должны иметь санитарно-защитную зону (СЗЗ), которая предназначена для: обеспечения снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических нормативов за ее пределами; создания санитарно-защитного барьера между территорией предприятия и территорией жилой застройки; организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышение комфортности микроклимата.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Рассмотрим ЧС техногенного характера – несанкционированное проникновение на рабочее место и ЧС природного характера – сильные морозы (относятся к группе метеорологических опасных явлений).

1) Сильные морозы.

Производственное помещение предприятия АО НПЦ «Полус» - цех №2, находится в городе Томске (умеренный климатический пояс).

В зимний период температура в г. Томск может опускаться до -45°C . Сильные морозы могут привести к авариям на электросетях, теплосетях, водоканале, транспорте.

На случай отключения электроэнергии на предприятии предусмотрена резервная дизель-электрическая установка с запасом топлива. Для отопления производственных площадей используют 2 газовых котла, один котёл находится в резерве. На случай перебоев с подачей газа предусмотрен аварийный твердотопливный котёл с запасом угля на определённый период.

Ущерб от сильных морозов связан также с переохлаждением, замораживанием технических объектов, разрушением систем отопления, при возникновении отключения теплоснабжения в цеху предприятия имеется газовые обогреватели с катализатором (дизельные станции, калориферы и т.п.), которые могут обогреть производственные помещения в сильные морозы, чтобы работа на производстве не прекратилась.

На предприятии собственная насосная станция, для обеспечения его водой. На случай аварии предусмотрен резерв воды, который позволит предприятию бесперебойно функционировать несколько дней.

Транспорт, обслуживающий производство, круглогодично находится и обслуживается в отапливаемом ангаре. Все вышеперечисленные меры предусмотрены для бесперебойного функционирования предприятия в случае ЧС.

2) Несанкционированное проникновение на рабочее место.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие оборудовано системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также предусмотрено исключение распространения информации о системе охраны объекта (закрытой внутренней сетью интернет и введением режима секретности), расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. На предприятии создана служба гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, способная быстро и правильно реагировать на любые возможные ЧС на предприятии.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Список нормативно технической документации

1. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
2. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. СП 51.13330.2011. Защита от шума.
4. ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»
5. СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях
6. ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
7. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
8. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие/ О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и

доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

9. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

10. ГОСТ 12.1.007-76. «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»

11. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам

12. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

13. Правила устройств электроустановок - 7-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 2001-640с.

14. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

15. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров

16. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов

17. ГН 2.1.6.1338 – 03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Заключение

По итогам проведенной выпускной квалификационной работы был разработан усовершенствованный технологический процесс изготовления детали «Корпус» на основании исходных данных с заданными характеристиками.

В первом разделе, был определен тип производства (среднесерийное), произведен анализ технологичности конструкции детали и выбор исходной заготовки. Затем был разработан маршрутный технологический процесс и выполнен его размерный анализ. Далее приведен утвержденный техпроцесс изготовления детали, в соответствии с которым выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций.

Во втором разделе работы было спроектировано станочное приспособление, приведена 3D-модель технологической оснастки.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен анализ конкурентных технических решений, разработан график проведения НИ, рассчитан бюджет научно-технического исследования и определена его ресурсоэффективность.

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Список использованных источников

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: - Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.
2. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Скворцов В.Ф. Учебное пособие. Томск издательство ТПУ 2009,91с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е издание, перераб. и доп.- М.: Машиностроение,1986.654 с.,ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под редакцией А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е издание, исправл.- М.,Машиностроение-1, 2003. 944 с.,ил.
5. Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. Н.М. Султан-заде и др.
6. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б.Романов, В.А. Брагинский.7-е изд.,перераб. и доп. –Е.: издательство АТП, 2015 год.-Ч.1 543 с.,ил.
7. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
8. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов. Ю.С. Степанов, Б.И. Афонасьев, А.Е. Щукин. Под общей редакцией Ю.С. Степанова. М.: машиностроение, 1998. – 184 с.
9. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 101 с. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех

направлений (специальностей) и форм обучения /Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, Е.В. Ларионова, А.М. Плахов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 20 с.

10. Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность» выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения / Сост. М.Э. Гусельников, В.Н. Извеков, Н. В. Крепша, В.Ф. Панин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 42 с.

Приложение А
(обязательное)
Чертеж детали «Корпус»

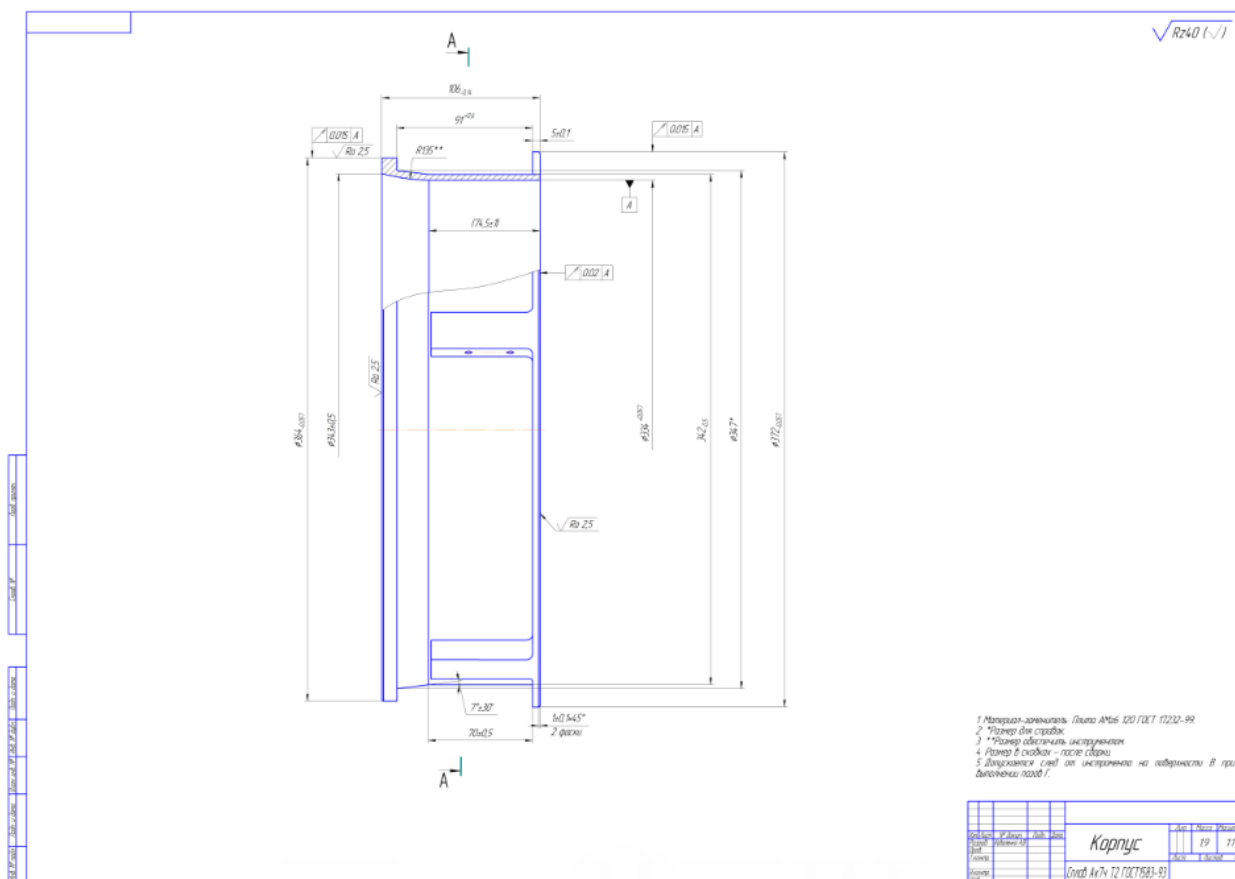


Рисунок А.1 – Чертеж детали «Корпус»

Приложение Б

(обязательное)

Чертеж детали «Корпус» сечение А-А

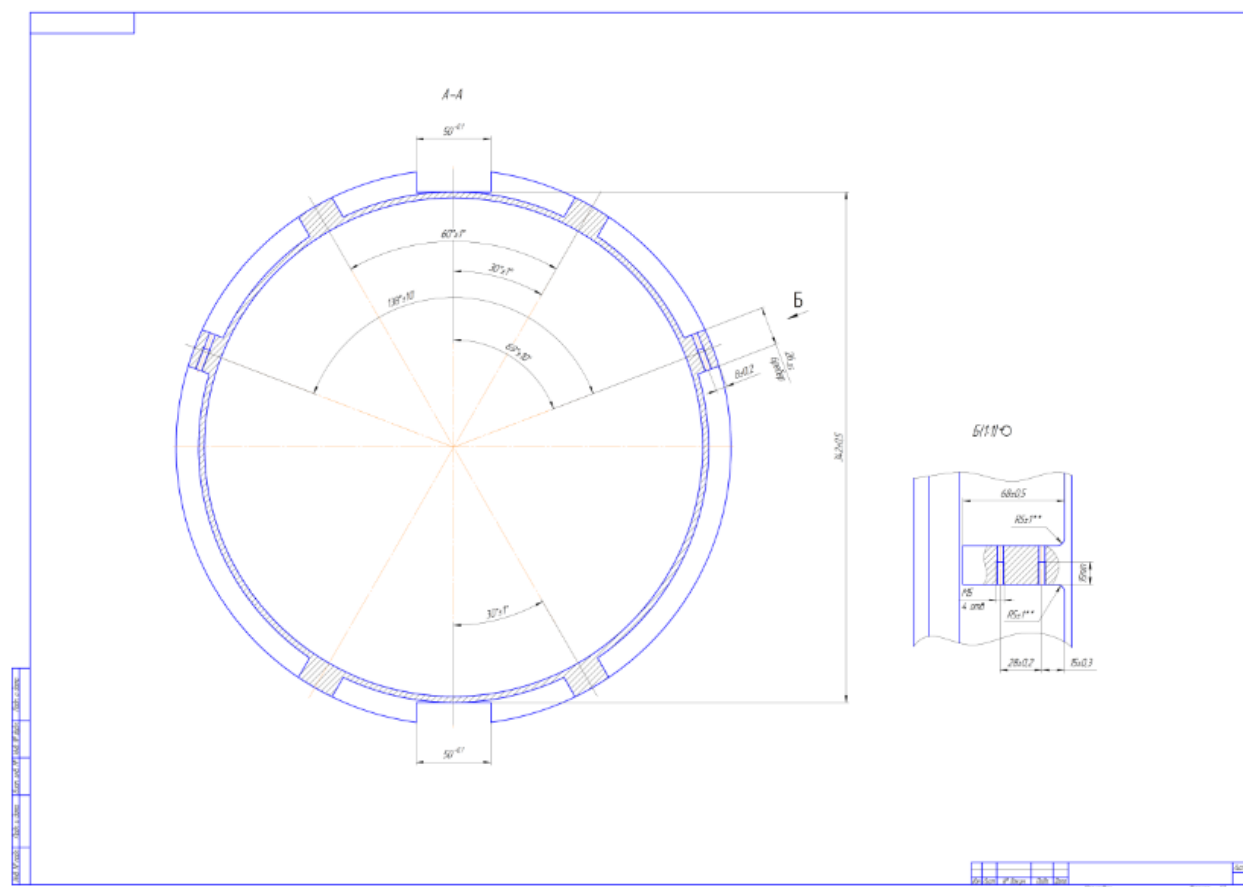


Рисунок Б.1 – Чертеж детали «Корпус» сечение А-А

Приложение В

(обязательное)

Размерная схема технологического процесса

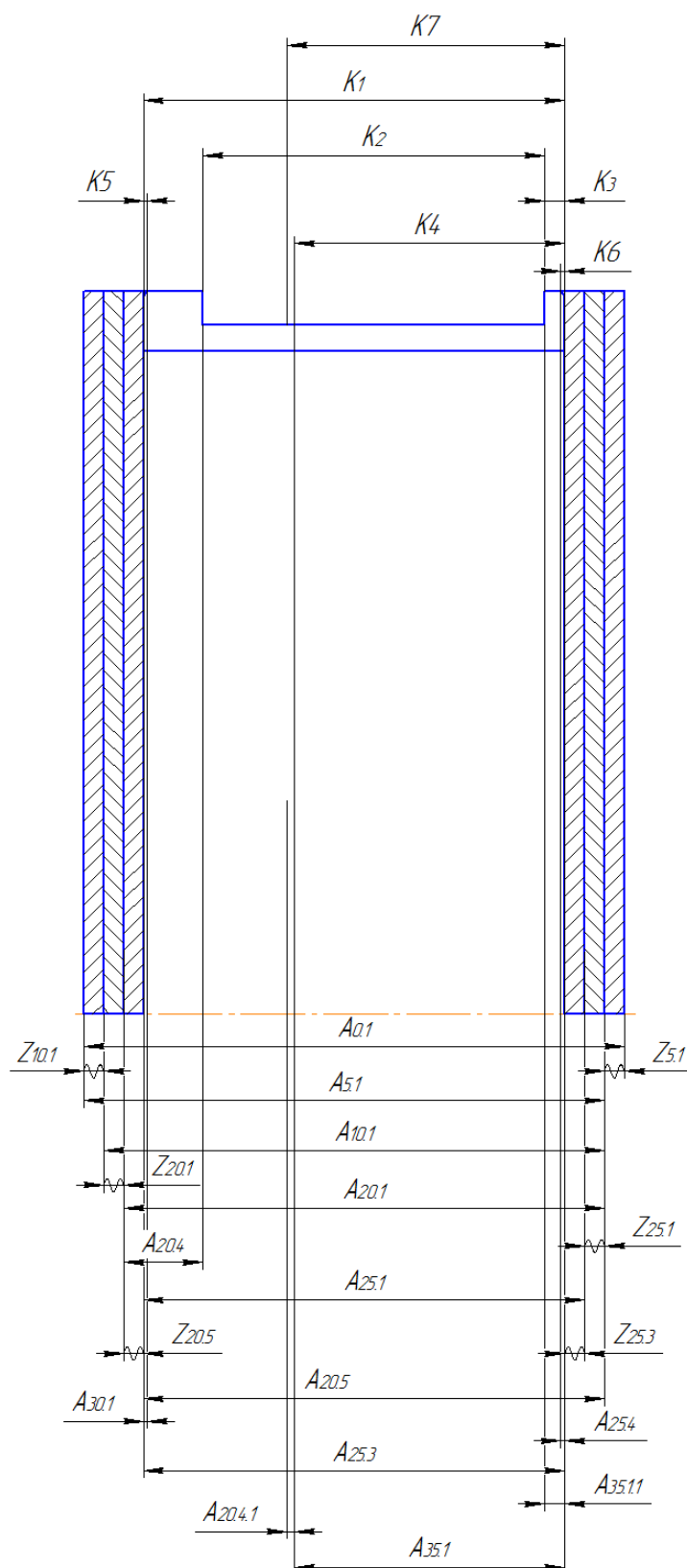


Рисунок В.1 – Размерная схема технологического процесса

Приложение Г

(обязательное)

Граф дерева

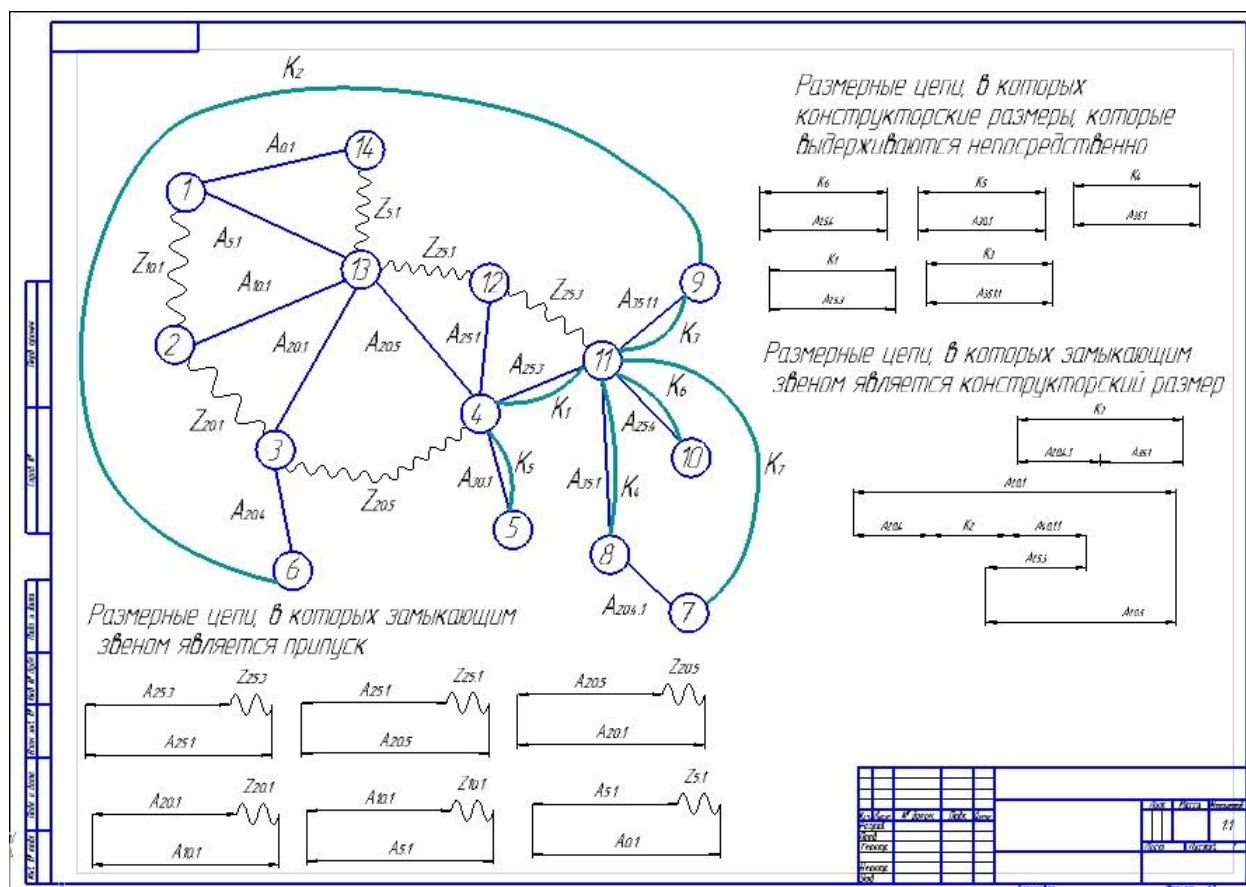


Рисунок Г.1 – Граф дерево технологических линейных размерный цепей

Приложение Д (обязательное) Технологическая оснастка

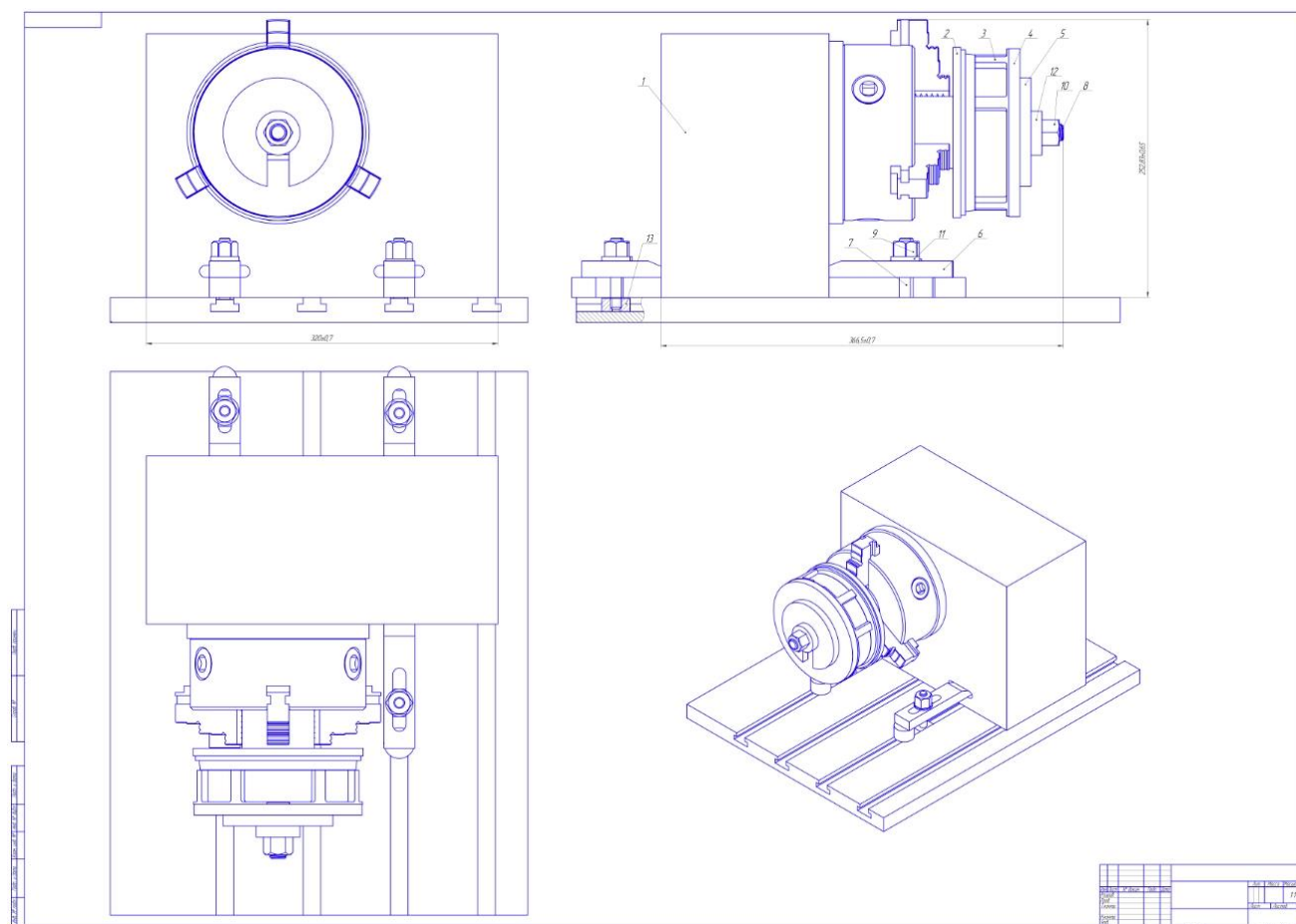


Рисунок Д.1 – Технологическая оснастка

Приложение Е
(обязательное)
Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Стор. №		A1				Документация		
						Сборочный чертеж		
						Детали		
			1		4 ось	1		
			2		Оправка	1		
			3		Корпус	1		
			4		Крышка	1		
			5		Шайба прижимная	1		
			6		Прижим	4		
					Стандартные изделия			
			7		Шпилька М10 ГОСТ 22032-76	4		
			8		Шпилька М16 ГОСТ 22032-76	1		
			9		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	4		
Подп. и дата		10		Гайка М16 ГОСТ 5915-70	1			
		11		Шайба М10 ГОСТ 11371-78	4			
		12		Шайба М16 ГОСТ 11371-78	1			
		13		Сухарь М10 ГОСТ 14730-69	4			
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.							
	Проб.							
	Н.контр.							
	Утв.							
					Копировал		Формат А4	

Рисунок Е.1 – Спецификация